

# THÈSE POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR DE MONTPELLIER SUPAGRO

En Sciences économiques

École doctorale EDEG – Economie et Gestion  
Portée par l'Université de Montpellier

Unité de recherche de Recherche MOISA  
Marchés, Organisations, Institutions et Stratégies d'Acteurs

## AGRICULTURE DE CONSERVATION ET MOYENS D'EXISTENCE DES EXPLOITATIONS AGRICOLES. CAS DU MOYEN OUEST DE MADAGASCAR

Présentée par Hanitriniaina Mamy RAZAFIMAHATRATRA  
Le 19 décembre 2018

Sous la direction de Céline BIGNEBAT  
Hélène DAVID-BENZ  
et Eric PENOT

Devant le jury composé de

Mme. Marijke D'HAESE, professeur, Ghent University (Présidente du jury)  
M. Benoît LALLAU, Maître de conférences HDR, Sciences Po Lille  
Mme. Tantely RAZAFIMBELO, professeur, Université d'Antananarivo  
Mme. Céline BIGNEBAT, chargée de recherche, INRA UMR SADAPT  
Mme. Hélène DAVID-BENZ, chercheur, CIRAD UMR MOISA  
M. Eric PENOT, chercheur, CIRAD UMR INNOVATION  
M. Thierry RANDRIARILALA, program officer, FAO Madagascar

Rapporteure  
Rapporteur  
Examinatrice  
Directrice  
Co-encadrante  
Co-encadrant  
Invité



UNIVERSITÉ  
DE MONTPELLIER





## RÉSUMÉ

L'agriculture de conservation (AC) est une innovation technique conciliant trois principes fondamentaux qui sont : (i) le non labour du sol ; (ii) le maintien en permanence d'une couverture végétale morte (*mulch*) ou vivante ; (iii) la rotation et l'association culturales (FAO, 2017). Elle a été promue en Afrique subsaharienne pour résoudre les problèmes de dégradation du sol. L'innovation est un champ de recherche à l'interface de multiples disciplines scientifiques et est appliquée à des domaines empiriques comme l'agriculture. Les recherches sur l'innovation ont été dominées durant une grande partie du XX<sup>ème</sup> siècle par les approches diffusionnistes, puis renouvelées par des approches évolutionnistes à partir des années 1980. Malgré le rôle important des innovations agricoles dans le développement des moyens d'existence des exploitations agricoles, ces approches classiques d'analyse de l'innovation s'y intéressaient peu.

Dans cette optique, cette thèse propose d'analyser les processus d'innovation selon une approche « *livelihood* » en mobilisant le cadre « *Sustainable Rural Livelihoods* » (SRL), connu pour ses capacités à apporter une meilleure compréhension des conditions de vie des ruraux. Elle s'interroge spécifiquement sur les apports du cadre SRL dans l'analyse des comportements d'adoption de l'AC à l'échelle de l'exploitation. L'étude a été menée dans le Moyen-Ouest de la région du *Vakinankaratra* à Madagascar et se focalise particulièrement sur l'AC utilisant comme plante de couverture le stylosanthes. Des données primaires ont été produites : données quantitatives en 2015 pour mener une analyse statique ; des données qualitatives en 2017 pour une analyse dynamique rétrospective.

L'étude empirique confirme que la zone d'étude est bien dans un contexte de dégradation du sol et que les exploitants en ont conscience. L'AC pourrait être une alternative à ce problème de dégradation. Toutefois, la faiblesse des dotations en capital de ces exploitations et la pauvreté entravent l'adoption ou favorisent l'abandon de celle-ci à l'échelle de l'exploitation. Une reprise de la pratique de l'AC après des années d'abandon est un effet non attendu dont l'existence n'a pas encore été démontrée empiriquement dans la littérature pour l'AC. Ce comportement d'adoption discontinu a été observé dans certaines exploitations, mettant en évidence leurs capacités d'innovation et d'adaptation aux contraintes.

L'étude montre que le cadre SRL est pertinent pour l'analyse des processus d'adoption d'une innovation à l'échelle de l'exploitation. Il facilite l'identification des facteurs qui ont prévalu à ces comportements aussi bien à l'échelle macro (nationale) que micro (exploitation agricole). Alors que les approches classiques de l'innovation se prêtent mieux à traiter l'aspect dynamique de l'analyse des processus d'innovation à l'échelle de l'exploitation.

Renouveler les méthodes et les approches d'accompagnement de l'AC, favoriser la multidisciplinarité scientifique dans l'analyse des processus d'innovation liés à l'AC, approfondir les recherches sur la pratique discontinuée de l'AC sont autant de pistes de recherche identifiées à l'issue de ce travail de recherche.

Mots-clés : Agriculture de conservation, moyens d'existence durables, exploitations agricole familiale, adoption de l'innovation, Madagascar

## ABSTRACT

Conservation agriculture (CA) is an innovation that entails minimal soil disturbance, permanent soil cover and crop rotations and/or associations (FAO 2017). It has been promoted in sub-Saharan Africa to address soil degradation. Innovation is a multidisciplinary research scope applied to different empirical domains such as agriculture. The diffusionist approaches have dominated the research on innovation during the XX<sup>th</sup> century; then they have been renewed by the evolutionist approaches since 1980s. Despite the importance of agricultural innovations to improve the livelihood of farmers, those classical approaches did not really study the role of innovation in the development of farmers' livelihood.

This thesis proposes to analyse innovation processes using the livelihood approach with the « *Sustainable Rural Livelihoods* » (SRL) framework, known for its accuracy to understand the living condition in the rural areas. The thesis questions the contributions of SRL framework in the analysis of the adoption behaviours of farmers. The study has been carried out in Western *Vakinankaratra* region, in Madagascar. It is specifically focused on CA using stylosanthes as a cover crop. Primary data has been produced: quantitative data in 2015 for a static analysis and qualitative data in 2017 for a retrospective dynamic analysis.

Empirical insights underline that farmers in the study area are facing soil degradation. CA can be an alternative to this issue. However, low endowment of farmers' livelihood assets and poverty hinder adoption of CA or favour its disadoption. An up return to CA practices after a phase of disadoption occurred with some farmers. That is an unexpected effect because the existence of such behaviour has not been empirically demonstrated in the literature for CA. This result demonstrates the ability of farmers to innovate and to adapt to constraints.

This study also highlights that the SRL framework is relevant for the static analysis of the adoption process at farm level. It facilitates the identification of determining factors of innovation behaviours at different level of analysis: macro (national) and micro (farm). Whereas classical approaches are most accurate for the dynamic analysis of the innovation process at farm level.

After this research, renewing the accompanying methods and approaches of CA, encouraging the scientific multidisciplinary in the analysis of the innovation process related to CA and further investigations about the discontinuance of the practice of CA are identified as topics of research to explore.

Keywords: Conservation agriculture, sustainable livelihoods, family farmers, innovation adoption, Madagascar

## REMERCIEMENTS

J'ai consacré quatre ans à la préparation de cette thèse. La rédaction de ces quelques pages de remerciements est pour moi un plaisir pour montrer que j'ai parcouru cette période sans être seule.

Je tiens d'abord à adresser mes vifs remerciements à ma directrice de thèse, Céline Bignebat, pour son accompagnement durant ce long parcours ; à mon encadrante, Hélène David-Benz, pour ces remarques et ces commentaires toujours très pertinents qui a fait avancer la thèse, à chaque fois d'un grand pas ; et à mon autre encadrant, Eric Penot, pour l'appui à la recherche de financement et de directeur de thèse en 2015 qui m'a permis d'entamer cette thèse, sans quoi tous ce parcours n'aurait jamais eu lieu. Je vous remercie de votre disponibilité pour les nombreuses réunions, la relecture fine des communications scientifiques puis de chaque chapitre de la thèse, l'éclairage et l'éclaircissement de mes perspectives d'analyse. Je vous remercie d'avoir beaucoup contribué à la réalisation de cette thèse et à la préparation de mon futur métier de chercheur.

Je souhaite ensuite remercier les membres du jury qui sont : Marijke D'Haese et Benoît Lallau d'avoir accepter de rapporter cette thèse ; Tantely Razafimbelo en qualité d'examinatrice ; et Thierry Randriarilala pour son retour sur ce travail.

Je remercie les membres du comité de suivi individuel de la thèse à savoir Camille Saint-Macary, Françoise Gérard, Noro Rahelizato et Jean-François Bélières pour leurs conseils lors des comités de thèse. Je remercie encore Jean-François Bélières que j'ai sûrement embêté un peu plus que les autres, étant donné qu'il est dans le même bureau que moi au FOFIFA. Je ne peux lister les aides et conseils qu'il m'a apporté de peur d'en oublier certains. Sur ce, j'emprunte une expression qu'il a l'habitude d'utiliser « Merci, c'est très gentil de ta part ».

Je souhaite également remercier les chercheurs dans les différentes institutions de recherche qui m'ont appuyé financièrement et/ou facilité les procédures administratives pour la réalisation de ce travail à savoir Thierry Becquer et Eric Blanchart, chercheurs de l'IRD, respectivement coordonnateurs du projet CARIM et du projet Secure financés par Agropolis fondation ; le CIRAD dans le cadre des actions incitatives pour le financement des séjours de recherche en France ; Patrice Autfray dans le cadre du projet STRADIV pour les appuis financiers et au GSDM qui ont permis de réaliser certains travaux sur le terrain. Merci à Guy Faure de l'UMR Innovation, à Paule Moustier de l'UMR Moisa à Montpellier et à Emmanuel Raynaud de l'UMR Sadapt à Paris de m'avoir accueilli, d'avoir mis à ma disposition un espace de travail convivial et de m'avoir laissé participer à la vie scientifique des équipes de l'UMR durant ces séjours. Merci à l'ancienne équipe cocktail de l'UMR Innovation et à l'équipe ASG de l'UMR Moisa d'avoir financé une partie de ma participation à des colloques. Un grand merci

à Monsieur Pascal Danthu et à Monsieur Hervé Saint-Macary, ancien et actuel Directeur régional du CIRAD Afrique australe et Madagascar, pour l'appui administratif côté Madagascar.

Mes remerciements s'adressent également aux trois directeurs du FOFIFA qui ont facilité la mise en œuvre de ma thèse durant ces quatre années.

Je remercie également tous les personnels administratifs du CIRAD et de l'INRA plus particulièrement les services accueil du CIRAD, Brigitte Gillet (UMR Innovation), Pascale Morin et Laurence Vignes et Anne-Cécile (UMR Moisa), Florence Barré (UMR Sadapt) ainsi que Hary, Soary et Felana du CIRAD Antananarivo.

Je suis reconnaissante envers :

- Les chercheurs de l'UMR Innovation et Moisa pour les réunions de travail très conviviales et constructives ; Ninon Sirdey et Guillaume Soullier pour la relecture d'une partie du manuscrit ; Paulo Salgado et tous les chercheurs du DP-SPAD pour les discussions de certains résultats de la thèse durant les journées des doctorants.
- Les doctorant (e) du groupe Entre thès'art ;
- Les collègues à la direction générale du FOFIFA : Lalaina, Laingo, Lova, Jean-François Bélières qui ont rendu le quotidien très agréable pendant ces quatre années ;
- Les exploitants agricoles enquêtés, les autorités administratives locales ainsi que les enquêteurs pour leurs collaborations.

### **Pour finir,**

Je remercie infiniment ma mère d'avoir consacré presque tous son temps pour s'occuper de mes enfants durant mes absences lors de mes séjours en France. Et je dédie spécialement ce travail à mon cher mari Andry Jeda, qui répond toujours présent à toutes circonstances et qui trouve toujours les mots encourageants pour me remonter le moral pendant les périodes difficiles, et à mes merveilleux enfants Tohary, Amiela et Irà pour leurs patiences malgré leurs jeunes âges.

**Misaotra betsaka**

# SOMMAIRE

RESUME .....	I
ABSTRACT.....	II
REMERCIEMENTS .....	III
SOMMAIRE .....	V
LISTES DES ABREVIATIONS .....	VI
INTRODUCTION GENERALE .....	- 1 -
1    CONTEXTE GENERAL.....	- 1 -
2    PROBLEMATIQUE ET PLAN DE LA THESE .....	- 3 -
3    MATERIELS .....	- 5 -
CHAPITRE 1 : USING THE SUSTAINABLE RURAL LIVELIHOODS FRAMEWORK TO ANALYSE INNOVATION PROCESS.-	7 -
1    INTRODUCTION.....	- 7 -
2    CONCEPTUAL FRAMEWORK .....	- 8 -
3    THE SRL FRAMEWORK APPLIED TO ANALYSE CONSERVATION AGRICULTURE IN SUB-SAHARAN AFRICA .....	- 15 -
4    CONCLUSION .....	- 25 -
CHAPITRE 2 : DISSEMINATION DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION ET CARACTERISATION DES MOYENS D'EXISTENCE DES EXPLOITATIONS AGRICOLES DANS LE MOYEN-OUEST DU VAKINANKARATRA, MADAGASCAR ....	- 27 -
1    INTRODUCTION.....	- 27 -
2    LE CONTEXTE ET LA DISSEMINATION DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION .....	- 27 -
3    LES TRAVAUX DE RECHERCHE SUR L'ADOPTION DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION .....	- 37 -
4    LES MOYENS D'EXISTENCE DES EXPLOITATIONS AGRICOLES .....	- 39 -
5    L'ADOPTION DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION PAR LES EXPLOITATIONS AGRICOLES ET LEURS MOYENS D'EXISTENCE .....	- 51 -
6    CONCLUSION .....	- 53 -
CHAPITRE 3 : THE DETERMINANTS OF ADOPTION AND DISADOPTION OF CONSERVATION AGRICULTURE IN WESTERN MADAGASCAR .....	- 54 -
1    INTRODUCTION.....	- 55 -
2    GENERAL BACKGROUND .....	- 56 -
3    METHODOLOGY.....	- 58 -
4    DATA ANALYSIS.....	- 59 -
5    RESULTS AND DISCUSSIONS .....	- 63 -
6    CONCLUSION AND POLICY IMPLICATIONS.....	- 69 -
CHAPITRE 4 : LA DYNAMIQUE D'ADOPTION DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION DANS LE MOYEN OUEST DU VAKINANKARATRA, MADAGASCAR .....	- 70 -
1    INTRODUCTION.....	- 70 -
2    MATERIELS ET METHODES.....	- 71 -
3    RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	- 73 -
4    LIMITES DE L'ETUDE .....	- 97 -
5    CONCLUSION .....	- 98 -
DISCUSSIONS ET CONCLUSIONS GENERALES .....	- 100 -
1    RECAPITULATIFS ET PRINCIPAUX ACQUIS DE LA THESE.....	- 101 -
2    DISCUSSIONS DES RESULTATS.....	- 105 -
3    INTERETS ET LIMITES DE L'ETUDE .....	- 109 -
4    IMPLICATIONS POUR LE DEVELOPPEMENT .....	- 110 -
5    AGENDA DE RECHERCHE .....	- 112 -
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	- 115 -
ANNEXES.....	- 131 -
LISTES DES TABLEAUX.....	- 157 -
LISTES DES FIGURES .....	- 158 -
TABLE DES MATIERES .....	- 159 -

## LISTES DES ABRÉVIATIONS

AC	Agriculture de conservation
BVPI SE/HP	Bassins Versants et Périmètres Irrigués-Sud Est et Hauts Plateaux
CA	Conservation Agriculture
BVPI SE/HP	Bassins Versants - Périmètres Irrigués Sud-Est Hauts-Plateaux (projet)
CARIM	Conservation Agriculture in Rice cropping systems In Madagascar (projet)
CIRAD	Centre de coopération Internationale de Recherche Agronomique pour le Développement
CV	Coefficient de Variation
DP SPAD	Dispositif de recherche et d'enseignement en Partenariat sur les Systèmes de Production d'Altitude et Durabilité
EPM	Enquête Périodique auprès des Ménages
FAO	Food and Agriculture Organisation
FRDA	Fond Régional pour le Développement Agricole
FVD	Faire-Valoir Direct
FVI	Faire-Valoir Indirect
GCV	Grenier Commun Villageois
GSD	Groupement Semis Direct
GSDM	Professionnels de l'Agroécologie, ancien Groupement Semis Direct de Madagascar
IMF	Institutions de MicroFinances
INSTAT	Institut National de Statistique de Madagascar
PPA	Parité de Pouvoir d'Achat
SAU	Superficie Agricole Utile
SCV	Semis Direct sur Couverture Végétale permanente
SMIG	Salaire Minimum Interprofessionnel Garanti
SRL	Sustainable Rural Livelihoods
STRADIV	System approach for the TRAnsition to bio-DIVersified agroecosystems (projet)
UTAF	Unité de Travail Annuel Familial



## INTRODUCTION GÉNÉRALE

### 1 Contexte général

L'innovation est un champ de recherche à l'interface de multiples disciplines scientifiques dont l'économie, la sociologie, la géographie, la gestion, l'agronomie. Elle est appliquée à différents domaines empiriques comme l'agriculture.

Après la seconde guerre mondiale, l'intensification de l'agriculture dans les pays développés s'est traduite par une utilisation intensive de fertilisants chimiques et de produits phytosanitaires pour augmenter la production alimentaire dans un contexte post-conflit de forte demande. Ce modèle productiviste a trouvé ses limites pour assurer un développement durable. Une convergence de différents problèmes de dégradation des ressources naturelles (perturbation des cycles de l'azote et du phosphore, érosion, perte de fertilité et de vie biologique des sols ...) et de changement climatique ont émergé notamment depuis le début du XXI<sup>ème</sup> siècle (Temple et *al.*, 2018a). Dans le contexte des pays en développement, notamment en Afrique, la durabilité de la production agricole est menacée par les problèmes de dégradation globale des sols (Brabant, 2010).

L'intensification de l'agriculture du XXI<sup>ème</sup> siècle se veut être plus durable et donc respectueuse pour l'environnement, tout en étant économiquement viable et socialement acceptable, pour répondre aux enjeux globaux (Brundtland, 1987). L'intensification écologique (Bonny, 2010), basée sur l'innovation de type agroécologique, est l'une des figures des innovations agricoles du XXI<sup>ème</sup> siècle (De Tourdonnet and Brives, 2018). L'agroécologie est par définition l'application de principes écologiques à l'agriculture (Altieri, 1983). L'agriculture de conservation (AC) en est une technique conciliant trois principes fondamentaux : (i) le non labour du sol pour minimiser la perturbation du sol et de la litière ; (ii) le maintien en permanence d'une couverture végétale morte (*mulch*) ou vivante ; (iii) la rotation culturale en faisant référence à l'utilisation d'une association dans l'espace et/ou d'une succession dans le temps d'une diversité de plantes aux fonctions multiples pour produire et restituer au sol une forte biomasse (FAO, 2017). D'importants efforts en matière de recherche et développement ont été investis dans la promotion de cette technique innovante (Serpantié, 2009) du fait de ces performances agronomiques pour résoudre les problèmes de dégradation du sol (Husson, 2009). Toutefois, le bilan de l'adoption de cette technique par les petites exploitations en Afrique subsaharienne est faible (Derpsch et *al.*, 2010; Friedrich et *al.*, 2012; Thiombiano and Meshack, 2009). Des contraintes spécifiques à différentes échelles entravent l'adoption (Dugué et *al.*, 2015).

L'innovation en agriculture fait l'objet de recherches scientifiques pour en comprendre les processus. Ces recherches sont maintenant bien renseignées dans la littérature, selon van

Oorschot et *al.* (2018). Le livre édité par Faure et *al.* (2018a), intitulé « *Innovation et développement dans les systèmes agricoles et alimentaires* », présente la façon dont la recherche évolue dans un contexte soumis à de nouveaux enjeux. Touzard (2018) avance que les innovations en agriculture se renouvellent avec les transitions en cours, que celles-ci soient écologiques, climatiques, énergétiques, numériques, sociales ou alimentaires.

L'innovation est un processus complexe (Faure et *al.*, 2018b). Différentes approches conceptuelles et méthodologiques renouvelées sont utilisées pour saisir la complexité de ces processus d'innovation. Les approches diffusionnistes ont marqué les recherches sur l'innovation durant les trente glorieuses, de 1945 à 1975 (Temple et *al.*, 2018a). A partir des années 1980, cette approche a été remise en cause pour donner lieu à de nouvelles perspectives de recherche, dominées par l'approche évolutionniste (Nelson et Winter, 2002 ; Dosi, 1993), conduisant à la mise en place d'une communauté scientifique dite « *Innovation Studies* » (Martin, 2012). Les systèmes d'innovation qui « visent à saisir conjointement les acteurs, les réseaux, les connaissances et les institutions qui conditionnent l'innovation dans un espace donné » sont par exemple un focus particulier des *Innovation Studies* (Faure et *al.*, 2018b) pour mieux appréhender la dynamique d'innovation. Faure et *al.* (2012) nous invitent ainsi à repenser l'innovation autrement et à dépasser la « sphère individuelle » de l'innovation limitée aux producteurs et élargir le champ de réflexion de l'innovation aux organisations et aux institutions qui fixent les règles du jeu entre ces acteurs, incluant aussi l'espace politique. L'innovation apparaît désormais comme le produit d'une action collective (Requier-Desjardins, 2012).

Les innovations jouent un rôle important dans le développement des moyens d'existence des exploitations agricoles, toutefois les liens entre ces deux concepts « innovation » et « moyens d'existence » ne sont souvent pas abordés de façon explicite avec les approches classiques d'analyse de l'innovation. Le cadre SRL « *Sustainable Rural Livelihoods* », connu pour ses capacités à apporter une meilleure compréhension des conditions de vie des ruraux, pourrait être adapté pour ce type d'analyse. Il s'agit d'un cadre conceptuel qui vise initialement à mieux comprendre les moyens d'existence des « pauvres » afin de mieux cibler les actions de lutte contre la pauvreté (Chambers et Conway, 1991). En tant que cadre d'analyse englobant, souple et évolutif, il a ensuite été largement adopté et adapté par la communauté scientifique, les ONG et les organisations internationales (Hussein, 2002). Les « pauvres » en tant qu'unité d'analyse incluent de fait les « ménages » et les « exploitations agricoles ». Le cadre SRL caractérise les dotations des exploitations agricoles par cinq types de « *capital* » (humain, social, naturel, financier et physique). L'accès aux ressources est facilité ou contraint par les « contextes » (politique, économique et sociodémographique) dans lesquels opèrent ces exploitations au niveau du territoire, qui sont eux-mêmes influencés par les contextes nationaux et internationaux. Compte tenu des capitaux disponibles, l'exploitation agricole peut développer une gamme d'activités potentiellement réalisables. La « *stratégie* » des moyens

d'existence est le choix d'activité à mettre en œuvre, le choix de l'intensité de chacune des activités ainsi que le choix des capitaux à mobiliser pour le maintien et l'amélioration des moyens d'existence (Winters et *al.*, 2001). Ces activités conduisent à des « *résultats* » qui peuvent être appréciés en termes de performance économique, environnementale ou sociale.

Le champ d'application du cadre SRL ne se limite pas aux actions de lutte contre la pauvreté mais couvre toutes les actions de développement ayant pour objectif d'améliorer les moyens d'existence de la population rurale. Les activités de recherche et /ou de développement des innovations agricoles, mises en œuvre en réponse aux enjeux de développement, en font partie. Toutefois, dans la littérature, peu d'études empiriques mobilisent explicitement le cadre SRL pour comprendre comment les innovations affectent les moyens d'existence des exploitations agricoles. Parmi elles, on peut citer : i) les travaux de Duncombe (2006, 2014) qui analysent le cas de la diffusion des téléphones mobiles au Botswana, ii) Adato and Meinzen-Dick (2007) qui étudiaient des innovations agricoles telles que les variétés améliorées ou les nouvelles méthodes d'irrigation dans sept pays, et enfin iii) Nkala (2011) qui aborde le cas de l'AC en Afrique subsaharienne à travers une revue de la littérature.

## **2 Problématique et plan de la thèse**

La thèse propose une analyse des processus d'innovation à l'échelle de l'exploitation agricole selon une approche des moyens d'existence, soit en mobilisant le cadre « *Sustainable Rural Livelihoods* » (SRL), pour étudier le cas de l'AC à Madagascar.

Elle s'interroge sur deux questions de recherche :

**Question de recherche 1 : quel sont les déterminants du comportement d'adoption de l'AC des exploitations agricoles dans un contexte où les exploitations sont faiblement dotées en capital ?**

Les objectifs sont de préciser : (i) les comportements d'adoption et d'abandon de l'AC des exploitations agricoles et ; (ii) le rôle de l'accès aux différents capitaux et de l'environnement de l'exploitation sur la prise de décision concernant l'adoption ou l'abandon de la technique par ces exploitations, dans le cas particulier de Madagascar.

**Question de recherche 2 : le cadre SRL est-il adapté à l'analyse des processus d'innovation à l'échelle de l'exploitation ?**

L'objectif est d'analyser l'apport méthodologique du cadre SRL pour l'analyse des processus d'innovation à l'échelle de l'exploitation agricole, tout en mettant en perspective les concepts et les approches couramment utilisés pour l'analyse de l'innovation. Les processus d'innovation seront surtout appréhendés à travers les processus d'adoption.

Cette thèse est organisée en quatre chapitres mobilisant un panel de méthodes d'analyse pour répondre aux questions de recherche mentionnées ci-dessus.

**Le chapitre 1** est un chapitre de cadrage méthodologique et conceptuel qui vise à positionner la problématique générale de la thèse. Les concepts et les approches classiques d'analyse des processus d'innovation ainsi que les apports du cadre SRL pour mener des analyses similaires seront présentés. Ensuite, une revue de la littérature permet d'illustrer la mobilisation du cadre SRL, avec l'exemple de la dissémination et de l'adoption de l'AC en Afrique subsaharienne. A l'issue de ce chapitre, il ressort que le bilan d'adoption de l'AC par les exploitations est faible en Afrique subsaharienne dont Madagascar (Derpsch et *al.*, 2010; Friedrich and *al.*, 2012; Thiombiano and Meshack, 2009). Or, pour avoir un impact sur les moyens d'existence de ces exploitations, il faut que l'innovation soit d'abord adoptée et qu'elle fasse partie intégrante des « stratégies » paysannes. De ce fait, la thèse ne vise pas à étudier l'impact de l'AC sur les moyens d'existence. Elle cherche plutôt à comprendre, en amont, les conditions et les processus de l'adoption de cette technique.

Ce chapitre conduit à formuler l'hypothèse de la pertinence de l'utilisation du cadre SRL pour analyser les processus d'adoption de l'AC. Pour avancer dans cette réflexion, cette hypothèse sera testée dans le chapitre 3 selon une approche statique et dans le chapitre 4 selon une approche dynamique, ceci dans le contexte particulier de Madagascar et non plus dans celui de l'Afrique subsaharienne comme pour ce chapitre 1.

Une version préliminaire du chapitre 1 a fait l'objet d'une communication scientifique durant les 9<sup>ème</sup> Journées de recherches en sciences sociales (JRSS), qui se sont tenues à Nancy (Université de Lorraine) en 2015.

**Le chapitre 2** présente les caractéristiques spécifiques de la promotion de l'AC et des moyens d'existences des exploitations agricoles dans le contexte particulier du Moyen Ouest de Madagascar (la zone d'étude). Ce chapitre est essentiellement descriptif et vise à faciliter la compréhension du contenu et des résultats empiriques des chapitres suivants. En premier lieu, le contexte agro-écologique et socio-économique, les méthodes de dissémination de l'AC de la zone d'étude ainsi que le type d'AC promu sont présentés. Ensuite, les moyens d'existence des exploitations (les dotations en capital, les activités mises en œuvre et les performances économiques) de la zone sont caractérisés et le niveau d'adoption de l'AC pour l'année 2015 est mis en évidence en utilisant une base de données produite en 2015.

Une partie de ce chapitre 2 a été soumise à la revue Cahiers Agriculture et constitue un document travail du Dispositif en Partenariat sur les Systèmes de Production d'Altitude et Durabilité (DP SPAD) à Madagascar.

**Le chapitre 3** fait écho au chapitre 1 et teste l'opérationnalité du cadre SRL pour l'analyse des processus d'adoption de l'AC. Un modèle économétrique de type probit avec censure est élaboré pour étudier les facteurs qui influencent les comportements d'adoption et d'abandon de l'AC des exploitations agricoles en utilisant la base de données produite en 2015. Ce type de modèle permet d'expliquer les comportements d'adoption en tant que processus, portant dans un premier temps sur l'adoption initiale puis sur le maintien ou pas de la pratique (variables à expliquer). Le cadre SRL est utilisé comme grille d'analyse pour identifier les facteurs expliquant les comportements d'adoption de l'AC des exploitations (variables explicatives).

Ce chapitre a été présenté sous forme de poster scientifique au colloque EAAE *Towards sustainable agri-food systems: balancing between markets and society* à Parme (Italie) en août 2017, puis retravaillé sous forme de communication scientifique présentée dans le cadre des JRSS à Lyon (France) en décembre 2017, avant d'être soumis dans la revue *Technological forecasting and social change* en février 2018.

**Le chapitre 4** va au-delà de l'analyse statique des déterminants d'adoption de l'AC du chapitre 3 et aborde la dimension dynamique. Une enquête qualitative complémentaire à celle de 2015 a été réalisée en 2017 pour préciser et expliquer les différentes étapes du processus d'adoption de l'AC par les exploitations agricoles. Les raisons de première adoption, les raisons d'abandon et les solutions adaptatives aux problèmes rencontrées y sont notamment abordées. Pour mettre en évidence l'influence de la disponibilité des terres sur le comportement d'adoption de l'AC, l'évolution du foncier des exploitations enquêtées en 2017 est reconstituée avec les données de 2015, puis est mise en relation avec la dynamique d'adoption de l'AC. La production des bases de données en 2015 et en 2017 sera expliquée ci-dessous, dans la section 3 « matériels » de cette introduction.

La thèse est un composé de thèse classique et de thèse par article. Les chapitres 1 et 3 sont rédigés en anglais dans une perspective de publication. Les chapitres 2 et 4 sont rédigés en français selon un format classique.

### **3 Matériels**

L'étude a été menée dans quatre communes situées dans le Moyen-Ouest du *Vakinankaratra*, région au centre de Madagascar. Elle s'intéresse à un type spécifique d'AC, celui utilisant comme plante de couverture le stylosanthes. Le contexte (physique et socio-économique), l'approche de dissémination de l'AC dans la zone d'étude par les projets, ainsi que l'AC étudiée seront présentés dans le chapitre 2.

Deux séries d'enquêtes ont été menées pour collecter et produire des données primaires sur les moyens d'existence des exploitations agricoles et sur l'adoption de l'AC dans la zone d'étude.

La première enquête quantitative a été réalisée en 2015 pour avoir des informations au temps t sur les moyens d'existence et les comportements d'adoption de l'AC d'un échantillon de 240 exploitations de 4 communes rurales. Ces exploitations ont été tirées au sort dans deux listes différentes : 120 exploitations agricoles directement appuyées par le projet BVPI SE/HP (détails sur le projet dans le chapitre 2) ont été tirées au sort dans la base de données du projet ; et 120 exploitations agricoles non appuyées ont été tirées au sort dans la liste des ménages fournie par les chefs des *fokontany*<sup>1</sup>. Cette seconde liste a été construite à partir de la liste électorale, après avoir écarté les exploitations appuyées par le projet. Des enquêteurs sous la supervision de l'auteur ont permis la collecte de données sur le terrain.

La seconde enquête complémentaire a été réalisée en 2017 sur un échantillon de 70 exploitations (un sous-échantillon de celui de 2015) pour approfondir la dynamique d'adoption de l'AC dans la zone, selon une approche dynamique et rétrospective. La méthode d'échantillonnage a été établie selon trois catégories d'exploitations basées sur le niveau de pratique de l'AC et identifiées lors de la première enquête en 2015. Ce sont : (i) les exploitations qui n'ont jamais utilisé la technique, que nous appelons les non-adoptantes. Elles correspondent aux exploitants informés mais qui n'ont pas manifesté d'intérêt à être formés sur la technique ; (ii) les exploitations qui ont initialement adopté puis ont abandonné la technique ; (iii) et les exploitations adoptantes qui appliquaient toujours la technique en 2015. Un tirage aléatoire au sein de chaque catégorie a été réalisé. La taille de l'échantillon est un compromis entre, d'une part, l'objectif de disposer d'un nombre significatif d'exploitations de chaque catégorie et d'autre part des moyens disponibles pour réaliser les travaux.

Ces travaux de collecte de données ont été précédés de mission d'information des autorités locales (dans les communes et les *fokontany* enquêtés) sur les objectifs et le déroulement de l'enquête, d'un travail d'élaboration puis de test du questionnaire ou du guide d'entretien et de séances de formation des enquêteurs. Les bases de données produites sous Access (enquête 2015) ou Excel (enquête 2017) ont été apurées et enfin analysées sous STATA et/ou Excel.

---

<sup>1</sup> La plus petite unité administrative, qui peut être assimilée à un village - ou plusieurs villages – entouré de hameaux associés appelés « îlots »

## **Chapitre 1 : USING THE SUSTAINABLE RURAL LIVELIHOODS FRAMEWORK TO ANALYSE INNOVATION PROCESS**

### **1 Introduction**

Agroecology is defined as the application of ecological concepts to agriculture (Altieri, 2018). The transition to agroecology echoes in sub-Saharan Africa to address issues related to sustainable development. Conservation agriculture (hereafter CA) is an agroecological technique that entails minimal soil disturbance, permanent soil cover and crop rotations and/or associations FAO (2017). Given its agroecological nature, this agricultural innovation can be an effective practice to enhance the livelihood of farmers in sub-Saharan Africa.

The Sustainable Rural Livelihoods (hereafter SRL) framework emerged early in the 2000s with the aim to provide a better understanding of the livelihood of the “poor” and to formulate and/or assess all forms of pro-poor strategies in rural areas (Chambers and Conway, 1992). The “poor” as unit of analysis can be extended to the individual or the farm or the household (e.g Andrianirina, 2013; Bosc and *al.*, 2015; Gondard-Delcroix and Rousseau, 2004). The SRL framework suggested that farmer, our unit of analysis, operates in a given context. Farmers are assumed to be endowed with capitals or assets that are facilitated or constrained by different transforming structures and processes. According to their assets or capitals, they implement livelihood strategies by undertaking multiple activities that result in livelihood outcomes.

In the literature, few studies have used the SRL framework to analyse the adoption of agricultural innovations and its roles in livelihood development. This chapter intends to fill this gap and to contribute to the existing empirical studies in this area. We analyse the dissemination/adoption of CA among rural farmers in sub-Saharan Africa by mobilizing the SRL framework as an analytical tool. This paper reviews both published literatures and so-called grey literatures, such as reports/manuals from institutions or organisations promoting CA in sub-Saharan Africa. Specifically, the questions are the following: In which contexts has the dissemination of CA taken root? Which institutions and organizations have disseminated CA among farmers and how did they perform to do so? What are the required livelihood assets for the adoption of CA by farmers? How does CA integrate into livelihood strategies of farmers? What is the impact of the adoption of CA on farmers' livelihood outcomes? Finally, the extent to which the SRL framework can be useful to a better understanding of CA adoption will be discussed.

Previous authors have reviewed the literature related to the promotion of CA in sub-Saharan Africa. The paper by Corbeels and *al.* (2015) entitled “Conservation agriculture in sub-Saharan Africa” has been taken as reference. However, our paper differs from others to the extent that

it provides theoretical and empirical contributions to the innovation analysis for the specific case of CA:

- (i) As regards the theoretical contribution: the SRL framework and all its components is used as an analytical tool to have an overview of the dissemination/adoption of CA in sub-Saharan Africa. We put the framework in perspective with other concepts and approaches of the innovation literature.
- (ii) As regards the empirical contribution: information and summary on the extension approaches of CA in sub-Saharan Africa are given, when previous studies did not take into consideration this aspect. The economic, environmental and social impacts of CA are also updated.

This chapter is organized as follows: Section 2 presents the commonly used approaches to analyse innovations and their adoption and highlights the potential of the SRL framework to undertake and improve similar analysis. Section 3 presents the characteristics of CA as it has been practised in sub-Saharan Africa and then analyzes the linkages between the dissemination, the adoption of CA and each component of the SRL framework. Section 4 provides concluding remarks.

## **2 Conceptual framework**

This section aims to present how the SRL framework can be an analytical tool to study innovation process. Indeed, we will first present the classical frameworks usually used to develop the analysis of innovation. We will then turn to the description of the SRL framework.

### **2.1 Innovation analysis**

Historically, the word « progress » was preferred to « innovation » to define technological change in agriculture in the XIX<sup>th</sup> century (Temple and *al.*, 2018a). Innovation, defined as a “novelty” to make existing systems more efficient (Gu-Konu, 1995), began to be a research question applied in different empirical domains such as agriculture in the XX<sup>th</sup> century.

Innovation usually arises as a response to specific constraints (Byé, Meunier and Muchnik, 1993). During the post-World War 2 period, agricultural innovations such as chemical fertilizers were intensively promoted to enhance global food production. As a consequence of this productivist model, a convergence of different issues such as the degradation of natural resource (soil degradation, crisis of the nitrogen and phosphorus cycle...), climate change, poverty, growing inequality ... emerged at the international level in the XXI<sup>st</sup> century. This model has then been criticized as economically, environmentally and socially unsustainable. Agricultural innovations with more concerns about sustainability are favoured as an alternative to it. The book edited by Faure and *al.* (2018), entitled *Innovation et développement dans les systèmes agricoles et alimentaires*, underlines the specificity of agricultural innovations in the



context of these emerging issues. The agroecological innovation is one of the categories of innovation in response to these new challenges (De Tourdonnet and Brives, 2018).

The dissemination of agricultural innovation has been a major research question in economic and sociology literatures. The linear push-based approach was the main dissemination model of the XX<sup>th</sup> century and is currently still dominant. In this model, the agricultural innovation stemming from the research is disseminated among farmers in a very top-down way (Badillo, 2013). Such approaches are derived from Joseph A. Schumpeter, a renowned economist in the history of economic thought, who analysed innovation at the enterprise level. An extension of the work of Schumpeter rises with the neo-schumpeterian and the evolutionist steam, which has dominated the innovation analysis among economists since the 1980s.

The rural sociologist, Everett M. Rogers, endorses this push-based approach. His famous book, *Diffusion of Innovations*, was first edited in the 1960s. The 5<sup>th</sup> edition in 2003 describes a diffusion/adoption model that should be stressed because researchers from various disciplines like economics refer to this work to understand the dynamics of technological change (Sahin, 2006). Rogers argued that the adoption process involves five steps: (1) knowledge, (2) persuasion, (3) decision, (4) implementation, and (5) confirmation. The first step is a discovery stage for the farmer. In the second step, extension activities persuade farmers to adopt innovation. During the first and second steps, extension activities play an important role in the diffusion of the information related to the innovation. At the third step, farmers decide to adopt the technology or not. The fourth step corresponds to the experimentation phase. At the fifth step, farmers are able to evaluate the profitability of the technology as experienced during the fourth trial stage and can decide to continue the adoption or to disadopt it. Farmers may adopt at different periods of time “due to differences in their prior beliefs, to the amount of information gathered, and idiosyncratic costs” (Young, 2009, p. 1900). Some farmers choose to be innovators (first users) while others prefer to be early adopters, late adopters, or laggards with regard to a new technology (Rogers, 2003). Similarly, the disadoption decision can also occur at different periods of time. In most cases, agricultural technologies are introduced in packages that include several components. Thus, farmers may face several distinct technological options and may adopt the whole or a subset of the package of innovation. Several adoption processes may occur simultaneously and make the innovation analysis more challenging.

In the late 1980s, the diffusionist approach with the push based technology was questioned because it ignores contextual barriers to the uptake by farmers. It evolved in new perspectives of the agricultural innovation research dominated by the evolutionist approach analysing innovation as a process (Nelson and Winter, 2002; Dosi, 1993). Dosi (1982) proposed the concept of *technological paradigms* defined as a problem-solving procedure based on specific knowledge and *technological trajectory*, that is the single branch of the evolution of a

technology design within a technological paradigm. Freeman and Perez (1988) defined and distinguished *incremental* and *radical* innovations according to the degrees of change implied by innovation on farm functioning. Evolutionist economists outlined also the major role of two concepts (Rallet, 1999): *path dependency* which is the view that present technological change depends on its own past (Mokyr, 1992, p. 163) and *learning process* defined in a broad range as a cumulative, continuous and dynamic process implemented by an economic agent (Winter and Nelson, 1982). Arrow (1962) referred to *learning by doing* to describe an increase in productivity in the production process due to the producer's cumulative experience; Rosenberg (1982) defined *learning by using* as a process in which users, as they use a technology, are able to enhance their performance and can propose adaptations. A large body of literature refers also to the concept of *social learning* when farmers learn from others. Schlag (1996) explains that farmers value the performance of a technology and indeed devote a necessary period to observe successes and failures of peers in the implementation of the technology. They adopt a technology once they see enough empirical evidence to convince them that the innovation is worth adopting. Learning process will crystallise in *routines* defined as "*an executable capability for repeated performance in some context that has been learned by an organization in response to selective pressures*" (Cohen and al., 1996, p. 25). The routine is a category of knowledge management practices and can be empirically materialized through practical activities which "*can reinforce path dependency and limit the rate of integration of external knowledge or production of radically new knowledge*" (Coombs and Hull, 1998, p. 3).

Research methods and approaches to analyse innovation process evolved in a participatory approach (Toilier and al., 2018). Farmers become a valuable source of knowledge and as a co-designer of innovation (Andrieu and al., 2018). Extension is based on farmer's needs as for the *Farmer First* approach (Chambers and al., 1989) or the research-action partnerships (Dulcire and al., 2018). At the same time, innovation has been analysed through the notion of innovation system that is a focus of research of the multidisciplinary scientific community named « *Innovation Studies* » (Martin, 2012). There is no consensus on the exact definition of an innovation system. According to Rajalahti and al. (2008), it is one form of its operationalisation where a network of actors at the different level of the value chains, including farmers, farmer groups and or co-operatives, market suppliers and buyers, extension workers and researchers are involved in the problem solving dynamics and in the promotion of the innovation. Innovation systems have been categorized into national, regional, local or technological innovation systems.

## **2.2 Sustainable Rural Livelihoods (SRL) framework**

The SRL framework intends to provide a better understanding of poverty as the basis for development actions. It allows a pro-poor development policy in developing countries (Ashley and Carney, 1999). Since the seminal studies of Chambers and Conway (1991), Scoones

(1998), Ellis (1998, 2000), and Bebbington (1999), the SRL conceptual framework has been broadly adopted and adapted according to the objectives and priorities of NGOs and international organisations.

The DfID (1993) guidance sheets are explicit in the definition of the SRL approach:

*“Firstly, the approach is ‘people-centred’, in that the making of policy is based on understanding the realities of struggle of poor people themselves, on the principle of their participation in determining priorities for practical intervention, and on their need to influence the institutional structures and processes that govern their lives.*

*Secondly, it is ‘holistic’ in that it is ‘non sectoral’ and it recognises multiple influences, multiple actors, multiple strategies and multiple outcomes.*

*Thirdly, it is ‘dynamic’ in that it attempts to understand change, complex cause-and-effect relationships and ‘iterative chains of events’.*

*Fourthly, it starts with an analysis of strengths rather than of needs, and seeks to build on everyone’s inherent potential.*

*Fifthly, it attempts to ‘bridge the gap’ between macro- and micro-levels.*

*Sixthly, it is committed explicitly to several different dimensions of sustainability: environmental, economic, social and institutional.”*

The SRL framework is based on different components (Cf. figure 1).

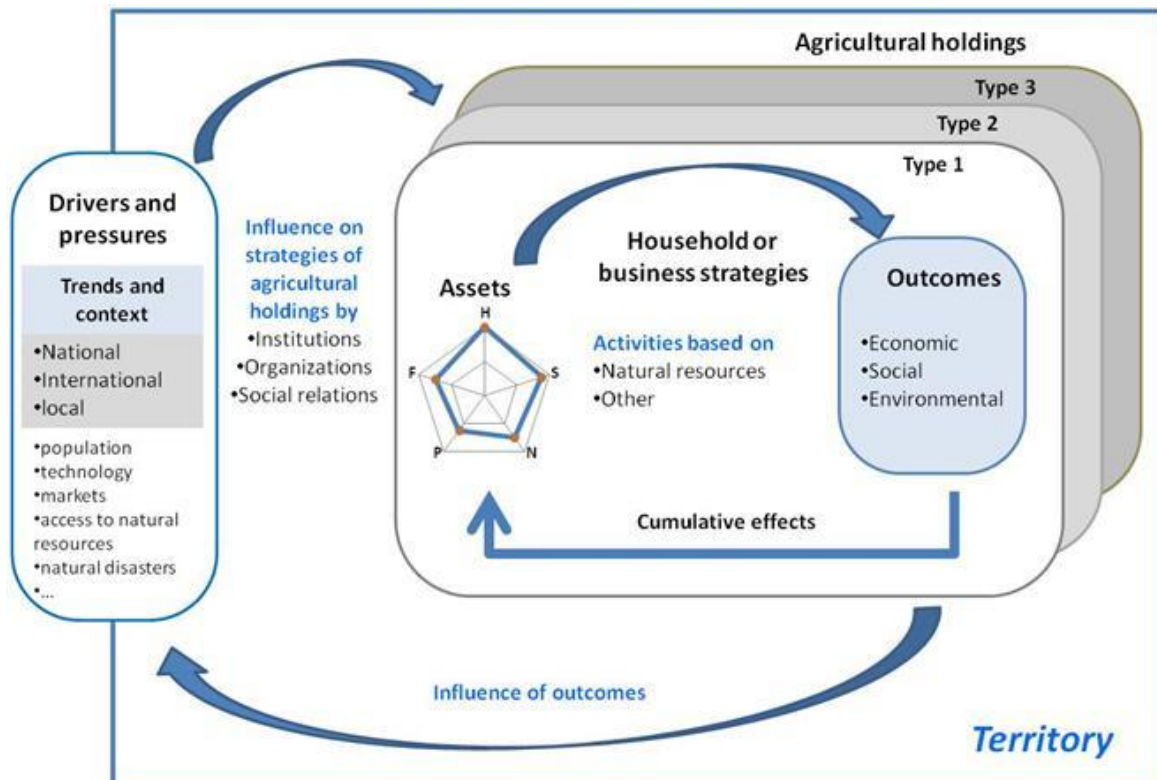


Figure 1: Sustainable Rural Livelihoods (SRL) framework adapted from DFID (1999)

by George, H., Bosc, PM et al (2012)

Our unit of analysis is the farm<sup>2</sup> as for Bosc and *al.* (2015). The SRL framework is based on five types of assets: human, natural, physical, financial and social. It is important to note that livelihood assets differ from one farmer to another in terms of “quantity”. This implies a livelihood diversity at the territory level. Farmers operate in a given local, national and international context, and are endowed with capital to ensure their livelihoods. Local institutions and organizations may facilitate or restrict the access to these assets for the farmers. Based on the farmers’ livelihood assets, a bundle of activities named livelihood portfolio is carried out to achieve livelihood outcomes. The intensity of each activity implemented and the choice of assets mobilized by farmers characterize their livelihood strategies (Winters and *al.*, 2001) or the household decision making process (Niehof, 2001). Dorward and *al.*, (2009) categorize three types of livelihood strategies: (i) “Hanging in” can be qualified as a survival strategy where assets are held and activities are engaged in to maintain a livelihood level; (ii) “Stepping up” as an intensification strategy with an investment in assets and where activities are engaged in increasing the outcome livelihoods; (iii) “Stepping out” as a diversification strategy which is an accumulation of assets enabling to move into different and more profitable activities. It is also important to note the cumulative effects of the livelihood outcomes on the livelihood assets and on the context.

Various methodologies emerged to handle the complexity of the livelihood approach. Murray (2001, 2002) distinguish three approaches: the circumspective approach focuses on a static analysis at a moment of time; the retrospective approach analyses the change of livelihood over time and the prospective approach leads to a better of future public policy.

### **2.3 Using the SRL framework as an analytical tool to analyse agricultural innovation process**

Agricultural innovations contributed to the enhancement of farmers’ livelihood. Physiocrate economists such as Quesnay in the XVIII<sup>th</sup> century, classical economists such as Ricardo in the XIX<sup>th</sup> century (cited by (Temple and *al.*, 2018b) or Solow in the beginning of the XX<sup>th</sup> century (cited by Flichy, 2003) illustrated this statement and argued that technological change enabled a more efficient agricultural production. During the post-World War 2 period, agricultural innovation is seen as having generated the creation of wealth in developed countries. However, in the context of developing countries, the role of agriculture to alleviate poverty has been a long-standing debate among development economists. Some viewed agriculture as a backward unproductive subsistence sector (Lewis, 1954 cited by Christiaensen and *al.*, 2011) whereas others argued that agriculture is a leading sector (De Janvry and Sadoulet, 2002).

---

<sup>2</sup> Farm or household are used interchangeably throughout the document.

But, the world bank report (2008) outlined the major role of agriculture in poverty issue. In addition, in a context of emerging issues of soil degradation, nutritional and food security, agriculture and agricultural innovations regained interests and are considered as an effective strategy to improve livelihood of farmers and to achieve the sustainable development goals (Rosa, 2017).

We assume that the SRL framework can be relevant to analyse the innovation process for the following reasons.

- The SRL framework adds to the linear schemes of innovation analysis “emergence-dissemination-adoption”, the dimension of the impact of innovation. The research related to innovation analysis is surprisingly silent about the contribution of agricultural innovations to the improvement of farmers’ livelihood. In the section 2.1, we have seen that diffusionist approach analyse innovation by focusing on: Who are the major actors of innovation? How and why innovation evolves? At which rate does innovation spread among farmers? The evolutionist approach tries to understand the emergence of an innovation and to interpret the technological change using the learning process and path dependency. Innovation research are then mainly focused on the description and the observation of these dynamics. But there is a missing link with the impact of these agricultural innovations on the livelihood of farmers. Moreover, impact analysis of innovation cannot be restricted to the impact on the livelihood outcomes of farmers; it should also cover direct or indirect impact on other components of the framework, such as the institutions and organisations, capital or strategy. It is important to underline the feedback effect within this framework, when livelihood outcomes influence both the “asset livelihoods” of farmers, and “institutions and organizations” which govern their lives. Farmers may, for example, reinvest most of their increased income in the accumulation of assets such as land. When agricultural innovation improves livelihood outcomes, government may also support its promotion through agricultural policy.
- The SRL framework is “‘holistic’ in that it is ‘non sectoral’ and it recognises multiple influences, multiple actors, multiple strategies and multiple outcomes” (DFID, 1999). This framework allows a better understanding of the structure and functioning of farm and all the multiple interactions of farm with its environments. This can be relevant in the analysis of the impact of the adoption on farmers’ livelihood (micro) as said before or for the analysis of the determinant of the adoption of an innovation at farm level. Rogers (2003), for example, highlighted the five steps of the adoption process: (1) knowledge, (2) persuasion, (3) decision, (4) implementation, and (5) confirmation. The analysis of the determinants of each phase of this process, referring to the “strategy” component of the SRL framework, involves different components of the framework: the context, the institution and organization, the asset.

Researchers focusing on innovation analysis tend to study separately the emergence of an agricultural innovation and its dissemination among farmers (institution and organization), its adoption by farmers (strategy), and its impact on livelihood outcomes of farmers. Such a framework lumps together all these dimensions facilitating the identification of the strengths and failures of the development actions at different steps. Thereafter, it allows adjustment of on-going development actions to new perspectives of research and development. For instance, if the access to financial capital (such as credit) or human capital (such as health), inhibits the role of an agricultural innovation to achieve the desired livelihood outcomes of farmers. Then, research perspectives and the entry point of development interventions should be based more on this “capital” than on other components of the framework to upscale innovation and to achieve effective impact on livelihood outcomes of farmers.

- The SRL framework is accurate to bridge the micro and macro analysis of innovation. Access to information about a new agricultural technology at farm level (micro) depends on a further range of institutions and organizations such as the existence of development projects disseminating this technology at regional or national level (macro). Within the capital component, the social capital at the farm level (micro) is usually measured by the network and connectedness of the farmer with the rest of the community (macro). In the livelihood strategy component, the adoption process at the farm level (micro) can be aggregated at the territory level (macro) to obtain the adoption rate.

Despite the evident strengths of the SRL framework mentioned above, methodological and conceptual shortcomings, which may reduce its value for innovation analysis, has been pointed-out by practitioners. It is assumed that *‘this framework is ‘dynamic’ in that it attempts to understand change, complex cause-and-effect relationships and iterative chains of events’* (DFID, 1999). It seems to be relevant to analyse the dynamic nature of the innovation process at farm level. Dorward and *al.* (2003), however, highlighted that there are missing links to the innovation analysis in the ‘classical’ SRL framework and it is not easy to find a place to locate it within this framework. Scoones (2009a) added that livelihood approach failed to handle the livelihood change in the long-run including technological change. For example, the SRL framework can have difficulties explaining how the experiences and competences acquired during this adoption process enable farmers to improve their know-how (human capital) about the use of this agricultural innovation in the long run. Or how farmers improve the performance of the innovation, when applied specifically on their farm, for a better impact on their livelihood outcomes, as outlined by the evolutionist approach as learning process.

These strengths and shortcomings of the SRL in the analysis of deserve to be examined through more empirical studies because only few empirical evidence in the literature has explicitly used this framework and all of its components to analyse the role of agricultural

innovations to achieve sustainable livelihood. We can just mention Adato and Meinzen-Dick (2007) analysing various agricultural innovations in different countries and Nkala (2011) studying CA in sub-Saharan Africa. Duncombe (2006, 2014) have also carried out interesting study but for a very different category of innovation: the case of mobile phone at microenterprise level in developing countries.

To fill this gap, we use in the next section the SRL framework to analyse specifically the dissemination and the adoption of CA among farmers in sub-Saharan Africa. This study complements the analysis of Nkala (2011), the only one mobilizing all the components of the SRL framework to analyse CA in sub-Saharan Africa. However, he failed to give detailed information about the context in which CA emerged, the dissemination approaches and the livelihood assets required to implement CA, the adoption level and its impact on the three pillars of sustainability. In addition, he was not able to assess if the framework SRL is operational to analyse CA adoption.

We present in the next section, how CA has been disseminated (who and how), how it has been adopted by farmers in sub-Saharan Africa and how it has affected their livelihoods. The aim of the following section is to question if the SRL framework is operational to analyse agricultural innovation.

### **3 The SRL framework applied to analyse conservation agriculture in sub-Saharan Africa**

The SRL framework will be used in this section to analyse CA, an innovation promoted in response to the current global challenges of soil degradation, climate change, or poverty issues... (De Tourdonnet and Brives, 2018). First, this section defines CA and presents its agronomic performances, motivating its large dissemination among farmers in sub-Saharan Africa. Second, all the components of the SRL framework by referring to the definition of (DFID, 1999), will be scrutinized one after the other to analyse CA dissemination and adoption in sub-Saharan Africa.

#### **3.1 Conservation Agriculture**

CA is a technological package with three main components: minimal soil disturbance, permanent soil cover and crop rotation or association (FAO, 2017). CA is named in different ways in sub-Saharan Africa : conservation farming in Zimbabwe, in Zambia or in Lesotho (Andersson and D'Souza, 2014a; Silici, 2010), Direct seeding or Mulch-based Cropping systems (DMC) in Madagascar and in Cameroun (Lamantia, 2012; Penot and *al.*, 2017, 2015a). There are also several definitions related to the "minimal soil disturbance": minimum, reduced, conservation, zero or improved zero tillage. There is no unique definition of CA relatively to its implementation as shown by the experiences in sub-Saharan Africa.

CA can in fact take different forms (see appendix 1). Varying degrees of emphasis of one or more of the three components are possible (Derpsch and *al.*, 2010) and may make the meta-analysis of CA more difficult. To avoid misunderstanding, it is then important to specify what type of CA are studied, and to what extent the three components of CA are applied.

Each of these CA components has specific agronomic functions (Seguy and *al.*, 2009).

❖ No-tillage:

- reduces labour requirement;
- reduces erosion and maintains fertility in the surface of the soil, which is a major issue in sub-Saharan Africa.

❖ Cover crop:

- helps the soil to retain water. This can be useful in areas facing severe drought or exposure to high temperatures with low or erratic rainfall such as in sub-Saharan Africa. Farmers can then plant earlier with CA, which might be determinant for a good crop yield. Planting earlier also means harvesting earlier, which can short the lean season.
- controls weed pressure and then reduces labour requirement for weeding.
- increases the physical (structure), the biological (microbiological activity), the chemical structure (nutrients) of the soil and reduces erosion, which all together progressively can enhance soil fertility and agricultural production.
- is controlled during the dry period when workload is supposed to be reduced.

❖ Crop rotation limits pest and diseases and then saves operational costs.

Due to these positive expected functions, CA has been named as a biodiversity-based agriculture (Kremen and *al.* 2012) and considered as an agroecological innovation, such as agroforestry (Joyeux and Enjalric, 2014) and is an example of sustainable agriculture (Lee, 2005). That is why this innovation has been promoted at the international level, including in sub-Saharan Africa.

### **3.2 The dissemination of conservation agriculture in sub-Saharan Africa in line with the national and international contexts**

We can consider that farmers operate in a context defined as the environment out of their control (DFID, 1999). This context covers trends (e.g population trends, technological trends...), shocks (e.g natural shocks...) and seasonality (e.g prices, agricultural production...). In this section, we analyse in which contexts and trends has the dissemination of CA taken root in order to put forward the utility of the SRL framework to understand the adoption of agricultural adoption and its impact.

CA arises with the concept of sustainable development, which integrates three dimensions: environmental, social and economic dimensions. This innovation then emerged as an



alternative to the productivist model predominant in the 1980's. At the international level, the critical environmental issues have been stated in the Brundtland report (1987), calling for a sustainable development. Since the beginning of the XXI<sup>th</sup> century, the global development agenda has referred to the aim of sustainable development. The word "Sustainable" is also applied in agronomy (Byerlee and *al.*, 2005; Diao and *al.*, 2010; Dorosh and Mellor, 2013) because agriculture is the backbone of almost all rural households. In the context of sub-Saharan Africa, more than half of the population depends on agriculture, for all or part of their livelihood (Blein and *al.*, 2013). The New Partnership for African Development (NEPAD), in their publication entitled "Agriculture in Africa: transformation and outlook", also highlighted that fostering sustainable agricultural growth means improving farming in order to enhance the overall the living conditions of people in Africa and reduce poverty and food insecurity (Blein and *al.*, 2013).

A sustainable agriculture is also needed to feed the increasing population in sub-Saharan Africa (Drechsel and *al.*, 2001) where the soil degradation process may lead to desertification risk (Brabant, 2010) and the use of chemical and organic fertilizers is not sufficient to restore soil fertility or to compensate for nutrients exports. The fertilizer use in sub-Saharan Africa is the lowest with only 11 kg.ha<sup>-1</sup> compared to 130 kg.ha<sup>-1</sup> in South Asia and 271 kg.ha<sup>-1</sup> in East Asia (de Janvry, 2010).

The dissemination of CA in sub-Saharan Africa overlapped then with this notion of sustainability at the international level and specifically the soil degradation in sub-Saharan Africa. However, it is also important to note that farmers in this region have been practising some of the components of CA, as part of their traditional land preparation techniques for several decades. For example in Ghana, Proka, a local practice, include the three components of CA (Boahen and *al.*, 2007).

### **3.3 Institution and organization facilitating the dissemination of conservation agriculture in sub-Saharan Africa**

The "*transforming Structures and Processes*" within the SRL framework are the institutions, organisations, policies and legislation that shape livelihoods (DFID, 1999). This section details which institutions and organizations have disseminated CA among farmers in sub-Saharan Africa and how they did perform.

#### **3.3.1 Actors involved in the dissemination of conservation agriculture (who)**

NGOs, International Research and Development Organisations, Farmer Unions have often taken the lead of the promotion of CA. Only in Tanzania, Kenya, Malawi, Mozambique, Zimbabwe, Zambia, and Lesotho, the promotion of CA is the mere action of the government policy (Corbeels and *al.*, 2015).

The enthusiasm around the promotion of CA led to the emergence of a large network of a 'Community of Practice' (CoP) working or interested in CA and related areas. Actors are also involved in networks through international congresses dedicated to CA, like the international Conservation Agriculture Workshop and Conference or the World Congress on Conservation Agriculture.

A focal point of CA at national and regional level has been established to coordinate CA activities in sub-Saharan Africa. At regional level, a Conservation Agriculture Regional Working Group (CARWG) was established in 2007 in the Southern Africa Development Community (SADC) region. The African Conservation Tillage Network (ACT) is the current Chair of CARWG. The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) also launched national platforms of CA stakeholders, named National Conservation Agriculture Task Forces (NCATFs). Such platforms have been for example initiated in 2004 in Zimbabwe, launched in 2007 in Malawi, established in 2009 in Madagascar and in 2012 in Lesotho. In Zambia, the Conservation Farming Unit (CFU) has led similar extension activities about CA since 1995 (Arslan and *al.*, 2014a).

Actors involved in the dissemination of CA are various and their implications in the promotion of CA are important. For instance, the National Conservation Agriculture Task Forces launched by FAO coordinates CA programmes, facilitates collaboration and builds synergies among CA practitioners, in different country in sub-Saharan Africa. However, the performance of these communities of practice, at macro level, is little studied.

### **3.3.2 Dissemination approaches of conservation agriculture (how)**

Historically, CA has been experimented within the resource-limited context of the small family farming in sub-Saharan Africa after the success of CA in mechanized agriculture systems that was experienced in countries like Brazil or Australia (Séguy and *al.*, 2006). On-station trials were first experimented to identify the CA systems suited to the soil and the pedoclimatic conditions in sub-Saharan Africa. After the on-station experimentation phase, CA systems have been disseminated at a large scale among farmers in sub-Saharan Africa. In some countries, it has been first practiced on large-scale commercial farms before being disseminated among smallholders. However as said in the section 3.2, farmers in some country in sub-Saharan Africa, for example in Ghana, have been practising some of the components of CA as part of their traditional land preparation technique for several decades. But it was not yet named CA. This implies that soil degradation has been an issue for the agricultural production for a long time ago. Corbeels and *al.* (2015), in their review of literature, gave more details on the history of the dissemination of CA technology in sub-Saharan Africa.

CA activities have been included in government's strategy as part of various donor-funded projects and programmes but are not yet integrated into agricultural policy in most of the

country in sub-Saharan Africa (Corbeels and *al.*, 2015). Projects mixed different methods to disseminate CA: a push-based approach using agricultural extension agents or farmer-to-farmer extension (Fisher and *al.*, 2017); a pull-based approach such as Farmer Field Schools (FFS). As mentioned above, the dissemination approach evolved in the 2000s towards innovation platform that implies different stakeholders working together to identify problems and opportunities and to find ways to promote CA. Dabire and *al.* (2017) concluded in the case of Burkina Faso that innovation platforms are appropriate instruments to promote CA. More details about each extension method are presented in appendix 2.

CA is a knowledge intensive innovation; extension agents primarily need to receive adequate training on what CA is and what it involves. A number of manuals of CA written in an easy understandable language were consequently created for extension agents to help them promoting CA (e.g Harford and Le Breton, 2009; Husson and *al.*, 2013). Extension agents after being trained, could replicate similar trainings with the targeted individuals or group of farmers who they were in charge of (Akowuah, 2012). Information about CA provided by extension agents enhanced agricultural knowledge (human capital) of farmers.

To address cash-flow constraint of farmers during the first adoption, incentives such as providing inputs (physical capital), credit or subsidies (financial capital) were also a salient features of CA promotion projects in some countries such as Malawi, Zambia (Andersson and D'Souza, 2014a; Arslan and *al.*, 2014a) or Zimbabwe (Twomlow and *al.*, 2008).

Mixed extension approaches have been implemented to disseminate CA in sub-Saharan Africa but the linear technology push model has been dominant. In the literature, there are few studies analysing and comparing the performance of these different extension approaches. The two last sections highlight the important efforts and investments on research and development mobilized at national and international level in the promotion of CA. We will see in the next sections if such efforts evolved at farm level.

### **3.4 The required livelihood assets for the adoption of conservation agriculture**

The five core asset categories, upon which livelihoods are built, are : *human, financial, physical, social and natural capitals* (DFID, 1999). A way to link livelihood assets and CA is to analyse the farmers' livelihood assets influencing the adoption of CA, because innovation is not adopted if it is incompatible with farmers' resource endowments (Tripp, 2006).

The *human capital* represents the health status, the amount and quality of labour available (DFID, 1999). We also include within the human capital the local knowledge, skills and other psychological factors specified by Duncombe (2014) as cognitive-based assets, including attitudes and perceived behaviours (Van Hulst and Posthumus, 2016a). Empirical evidences highlight that a high level of education and a long learning process are an obvious prerequisite for CA adoption (Arslan and *al.*, 2014a). Other studies demonstrate that older household heads

(Knowler and Bradshaw, 2007a) and female headed households are supposed to be less concerned and are less likely to adopt CA (e.g Namonje-Kapembwa and Chapoto, 2016).

The *natural capital* refers to the natural resource stocks (DFID, 1999) which can be appreciated by the quality of soil and the availability of land. Empirical evidence showed in many contexts that farm size, often appreciated by the availability of land, influences the farmers' decision regarding CA adoption (Arslan and *al.*, 2014a; Grabowski and *al.*, 2016a; Srisopaporn and *al.*, 2015). It is assumed that small farmers are more liquidity-constrained and cannot afford large investment costs. Empirical evidences also showed that farmers with a soil nutrient constraint will be more likely to adopt CA (Arslan and *al.*, 2014a).

Empirical evidences have also drawn attention to the relation between land tenure (or land security) and the adoption of soil conservation practices, including CA, in sub-Saharan Africa. It is often expected that farmers would be more likely to adopt soil conservation practices, on the land they effectively own than on the land they rent, given the time delay in realizing most of the benefits of these practices (Abdulai and *al.*, 2011; Gebremedhin, 2003; Lynne and *al.*, 1988; Oostendorp and Zaal, 2012). However, when Arslan and *al.* (2014a) refined analysis and separately studied two of the three components of CA (minimum soil disturbance and crop residues), they found that land ownership affects positively and significantly the adoption of the crop residues but not the minimum soil disturbance.

*Financial capital* is composed of savings (cash, bank deposits or liquid assets such as livestock and jewellery) or credit supplies (DFID, 1999). Access to credit and insurance is needed to up-scale CA in sub-Saharan Africa (Nkala, 2011) because it enables farmers to relax cash-constraint which are assumed to reduce the likelihood of farmers to adopt CA (Kunzekweguta and *al.*, 2017). Despite the low and irregular income of farmers in sub-Saharan Africa, Chowa and *al.*, (2012) showed that these farmers can and do save. But, the relationship between saving and adoption of CA are poorly documented compared to the relation between the access of credit and CA adoption.

We also include off-farm income within the financial capital because access to these resources allows farmers to secure regular income flows, which ease cash balance and favour expenses in agriculture, for example to purchase inputs. Off-farm income enables also farmers to cope with risk and uncertainty related to the experimentation of new technologies (Haggblade and *al.*, 2010) when the credit insurance market failed or does not exist. Risks are related to the price volatility of agricultural products and inputs, as well as the production variability as a consequence of the climate variability. And uncertainty is due to the lack of knowledge or the lack of confidence about the performance of CA such as the yield response (Pannell and *al.*, 2014a).

According to (DFID, 1999), *the social capital* includes networks and connectedness, membership to formalised groups and relationships of trust, reciprocity and exchanges.

Grootaert (2004) measured the social capital through six categories: (i) group and network (the structural dimension of the capital social); (ii) value, norms, trust and solidarity (cognitive dimension of the social capital); (iii) collective action and cooperation; (iv) access to information and communication; (v) social cohesion and inclusion including sociability, conflict and violence; (vi) empowerment and political action. The membership to a farmer group facilitates, for example, the access and sharing of information and knowledge on agricultural innovations, the transfer of know-how (Diagne and Pesche, 1995), which all influence the decision to adopt CA. Another dimension of social capital is the relation of farmers with the extension agent who disseminates information about CA or the social learning arena which influence significantly the decision to adopt an agricultural innovation (Shaijumon, 2018).

The *Physical capital* entails the basic infrastructure and producer goods (DFID, 1999). The interrelationship between infrastructures and the adoption of CA are poorly documented. However, in the literature, the necessity to invest in new equipment can limit the adoption of an innovation (Grabowski and *al.*, 2016).

This section demonstrated that the asset component of the SRL framework is appropriate to identify and to categorize factors influencing CA adoption. This innovation seems to require a high level of livelihood asset endowments and may then be difficult to implement for most of the resource-limited farmers in sub-Saharan Africa. However, Feder and *al.* (1985) and Knowler and Bradshaw (2007) pointed out a more confusing pattern and inconclusive results of the relation between the behaviours in the adoption of agricultural innovation and farmers' characteristics (livelihood assets). The appendix 3 also illustrated these point of view. This supports the fact that the adoption of CA is both individual and context specific.

### **3.5 The adoption of conservation agriculture as farmers' livelihood strategy**

DFID (1999) defines livelihood strategy as « the range and the combination of activities and choices that people make/undertake in order to achieve their livelihood goals ». This section questions on the integration of CA into the livelihood strategies of farmers. It first presents the adoption rate of CA in sub-Saharan Africa and then addresses the complex decision making of farmers when deciding to adopt CA.

Estimates of the CA adoption level shows the extent to which CA integrates the livelihood strategies of farmers. Thiombiano and Meshack (2009), Derpsch and *al.* (2010) and Friedrich and *al.* (2012) gave adoption level of CA in sub-Saharan Africa, based on different reports (Tables 1, 2 and 3). Despite the diverse agronomic functions of CA, its potential efficiency to address the soil degradation issues and effort in its dissemination, the adoption of CA is still low in sub-Saharan Africa (Tables 1, 2 and 3). FAO-REOSA (2010) estimates that land under CA in 2010 corresponds to less than one per cent of the cultivated land area in sub-Saharan

Africa. In 2012, nearly 1 000 000 ha under CA has been cultivated by 400,000 farmers (Friedrich and *al.*, 2012).

<b>Table 1 : Adoption of conservation agriculture in some countries in sub-Saharan Africa in 2009</b>		<b>Table 2 : Adoption of no-tillage in sub-Saharan Africa in 2010</b>		<b>Table 3 : Adoption of conservation agriculture in sub-Saharan Africa in 2012</b>	
Country	CA area (ha)	Country	CA area (ha)	Country	CA area (ha)
Ghana	300,000	Ghana	30,000	Ghana	30,000
Kenya	18,000	Kenya	15,000	Kenya	33,000
Malawi	47,000	Morocco	4,000	Lesotho	2,000
South Africa	377,000	Mozambique	9,000	Malawi	16,000
Zambia	110,000	South Africa	368,000	Madagascar	6,000
Total	852,000 ha	Sudan	10,000	Mozambique	152,000
		Tanzania	6,000	Namibia	340
		Zambia	40,000	South Africa	368,000
		Zimbabwe	7,500	Sudan	10,000
		Total	489,500 ha	Tanzania	25,000
				Zambia	200,000
				Zimbabwe	139,300
				Total	981,640 ha

**Source: Thiombiano and Meshack (2009)**

**Source: Derpsch and *al.* (2010)**

**Source: FAO (2011) cited by Friedrich and *al.*(2012)**

But these estimates have to be considered carefully for two reasons. First, the type of CA is not specified. As we have seen in the section 3.1, CA may have different definitions and forms, with varying emphasis of the three components. In addition, farmers can adopt either the whole package or just a component this package as they can also adapt the initial package technology to fit their constraints and opportunities (Dugué and *al.*, 2015; Nkala and *al.*, 2011; Penot and *al.*, 2015a). The tables 1, 2 and 3 did not give details about all these farmers' strategies. Secondly, the adoption stage is not clearly defined. Rogers defines five steps of the adoption process: (1) knowledge, (2) persuasion, (3) decision, (4) implementation, and (5) confirmation. Do these estimates refer to the first adoption step (decision) and/or to the continued adoption step (confirmation)? Similarly, the intensity of the adoption, which can be appreciated by the area within CA and the disadoption level of CA, are useful but are often little documented in the literature.

Baudron and *al.* (2007) proposed 4 hypothetical pathways towards adopting CA: (i) adoption of the whole CA technology package; (ii) partial adoption of CA package; (iii) alternance between adoption and disadoption (iv) disadoption after project completion. Empirical evidence also highlights that farmers partially adopted the CA packages technology and/or adapted the initial package technology to fit their constraints and opportunities (Dugué and *al.*, 2015; Nkala and *al.*, 2011; Penot and *al.*, 2015a). The adoption process of CA may take several years, for example 7 to 10 years in the context of Eastern Madagascar (Penot and *al.*, 2017).

Several reasons related to the different components of the SRL framework are put forward to explain the adoption process. From a comprehensive point of view, the Table 4 present factors affecting the decision related to the adoption or the disadoption of CA in the literature (Andersson and D'Souza, 2014b; Dugué and *al.*, 2015; Kaumbutho and Kienzie, 2007; Penot and *al.*, 2015b).

**Table 4 : Factors influencing the decision related to adoption or and disadoption of conservation agriculture**

Component of the SRL framework	Factor influencing the decision of adoption and disadoption of CA
organization	the project completion
lack of human capital	the complexity of the set of CA technology
lack of physical capital	the lack of access to seeds for cover crops
lack of physical capital	investment in new equipment
lack of financial capital	liquidity constraint and lack of monetary incentives
livelihood outcome	lack of economic performance of CA
livelihood strategy	the limited availability and the competing uses of crop residues (for livestock or for crop)
social capital	free grazing

**Source: author**

The SRL framework is useful to explain the adoption process of CA: barriers for the first adoption, reasons for the continued adoption either for a partial or a full adoption, motives for the adaptation of the initial package proposed by the extension agents and for the disadoption after trial years. However, there is a need to standardise estimate methods of adoption rates either at national or at international level to limit estimation bias and to better target development actions related to CA.

### 3.6 The impact of conservation agriculture on the livelihood outcomes

“The livelihood outcomes are the achievements or outputs of livelihood strategies » (DFID, 1999). We try to analyse the impact of the adoption of CA on farmers’ livelihood outcomes. The literature on the benefits of CA to achieve the desired economic, environmental and social synergies of sustainable agriculture will be reviewed.

To understand the farm-level economics of CA, Pannell and *al.* (2014) attempted to develop a sophisticated economic modelling parameterised for the case of northern Zimbabwe. Scenarios revealed that CA is more likely to be economically attractive to larger and better resourced farms; to farmers with longer time horizons and lower discount rates; to farmers who can manage free grazing; and to farmers who have less uncertainty about the benefits and costs of CA.

Analysing the potential of CA to improve the agricultural yields has already been considered in a number of empirical case studies. Different meta-analyses compared the yield of CA and non-CA technology. Brouder and Gomez-Macpherson (2014) conducted a meta-analysis focused on zero tillage on field experiments, in sub-Saharan Africa and south Asia. They

identified 12 relevant and high quality reviews from 1993 to 2012, and they selected 56 empirical evidences. Findings show that non-CA technology generally outperformed CA technology based on zero tillage in the short term in sub-Saharan Africa. However, the yield gains are more likely to be observed in the long run. The duration of the long run was not well-defined. It can be after three to five seasons (Thierfelder and *al.*, 2013b) and can be up to nearly 10 years (Giller and *al.*, 2009). Pittelkow and *al.* (2015) also conducted a meta-analysis to assess the impact of no-tillage, using 5,463 paired yield observations from 610 studies on field experiments, all around the world. Results confirmed that zero tillage applied alone leads to lower yields in the short run. However, the whole package of CA can minimise the yield decline in the first few years and improves yields of rainfed crops specifically in dry climate. Rusinamhodzi and *al.* (2011) assessed the effect of long-term effect of CA on maize grain yield under rainfed conditions. One conclusion was that CA resulted to a highest maize yield under a high fertilizer use which consolidates the idea of Vanlauwe and *al.* (2014) to propose a fourth principle of CA which is the appropriate use of fertilizer. This might increase the crop yield under CA and thus its economic attractiveness.

In addition to agricultural yield, the evaluation of the potential impacts of CA on household welfare has also received considerable attention but few case studies provide insights. The increased profitability of CA tends to be a result of higher yields. In Zambia, Ng'ombe and *al.* (2017) provide impact analysis of a set of CA technologies on crop net revenue and concluded that CA significantly increase crop net revenue per hectare than non-CA technology. The combination of the crop residue retention and minimum yielded to the highest payoff. In addition, using empirical estimation in Zambia, Abdulai (2016) highlighted that the whole package of CA reduces poverty, including the poverty headcount (the percentage of households below the poverty line), the poverty gap (the gap between poor households from the poverty line), and the severity of poverty (the squared poverty gap). These results are consistent with the findings of Nkala and *al.* (2011) in Mozambique by using a propensity score matching approach. These results is coherent to the improved yield response under the whole package of CA which is demonstrated by Pittelkow and *al.* (2015). Results indicate that CA allows a higher payoff in terms of crop net revenue mainly in the case of combination of the two or all the three principles of CA rather than alone.

A question arises as regards the performance of CA technology in mitigating climate change (Stevenson and *al.*, 2014). There is an increasing acceptance that CA is more efficient in areas suffering from severe drought or exposure to high temperatures (Steward and *al.*, 2018), as well as in a context of erratic rainfall (Bruelle and *al.*, 2017). However, meta-analysis did not reveal a clear trend for the soil carbon sequestration under CA (Powlson and *al.*, 2014). CA is often considered as a climate change adaptation strategy. But, its role in mitigating climate change may be overstated (Powlson and *al.*, 2014). There are no studies analysing the social impact of CA at farm level in Africa.



This framework enables the economic impact analysis of CA at farm level. The environmental impact of CA is merely analyzed at international level. And the social impact should be further explored. This section showed first that CA allows a higher economic payoff only in the long-run, suggesting that CA may be inappropriate for poor farmers in sub-Saharan Africa that time preferences are limited to the short term (Carvalho, 2010). Poor farmers may be more impatient than the non-poor. Second, the whole package of CA is rarely adopted in sub-Saharan Africa. However, impact analysis showed that the combination of the two or the whole component of CA are more performant economically than applied alone, suggesting that the performance of CA, in its implementation in sub-Saharan Africa, may be uncertain. This section illustrated also the statement of Dugué and *al.* (2015) who pointed out the methodological issues to assess the ex-ante or ex-post impact of CA on the livelihood outcomes due to the complexity of CA package, the diversity of adaptive forms of CA and of contexts in which farmers in sub-Saharan Africa operate.

#### **4 Conclusion**

This study demonstrated that the SRL framework appears to be a relevant analytical tool for a better understanding of the CA dissemination, adoption and impact on livelihood because it allows:

- an ex-post analysis of the promotion of CA with a better overview of the complex process, from the promotion of agricultural innovation to its impact. It is possible to move to one level of analysis (micro) to another (macro) without losing sight for overall consistency;  
The different components of the framework enable a deeper analysis of factors affecting CA adoption and its impact on farmers' livelihood.
- A better understanding of the extent in which a sustainable agriculture, such as CA, yield to a sustainable livelihood as regards the economic, environmental and social sustainability.

However, we questioned on the accuracy of the SRL framework to address the dynamic nature of the innovation process at farm level as Scoones (2009a) outlined. The SRL framework seems to have difficulties handling learning process at farm level or through the innovation system and the innovation platform involving a stakeholder network at different scales, that are at the core of the innovation researches.

The literature review of this chapter highlights that the dissemination of CA raised in sub-Saharan Africa notably to address soil degradation issues. The enthusiasm around this dissemination has led to the emergence of a large network of a community of practice at national and international level. This dissemination has been implemented on government's strategy often as part of various donor-funded projects and programmes through a technology

push model mainly. Despite the enthusiasm surrounding CA, the adoption rate at farm level is low in sub-Saharan Africa. The economic impact occurs only in the long run and the environmental impact is inconclusive. However, most farmers are very interested in agricultural production stability, through fertility maintenance. The analysis of the social impact and meta-analysis of the impact of the full components of CA on farmers' livelihood are lacking and need further investigations.

The SRL framework gave a comprehensive compendium of the CA promotion in sub-Saharan Africa. But, as it has been shown, the adoption and the dissemination of CA and its impact are both location and context specific. In the next chapter, we thus test the SRL framework to analyse CA in the specific context of Madagascar. We will focus our study on factors influencing the adoption of CA for two reasons. First, as we have seen in this chapter, the adoption level of CA is still low in sub-Saharan Africa as in Madagascar. However, CA must first be adopted and be part of the strategy of farmers before having any impact on their livelihoods. Expected impact is mainly in the long-run. Investigating on the determinants of the adoption is then needed, rather than analysing its impact. Second, we question on the assumption that the SRL framework can be relevant to study the dynamic nature of the innovation process at farm level. Further empirical evidence is then needed to give detailed information about factors influencing each phase of the adoption process of CA by mobilizing the SRL framework.

Two main hypothesis have been formulated:

H1: Access to capital is the main factor affecting the decision-making regarding the adoption or disadoption of CA by farmers in the context of Madagascar.

H2: The SRL framework is relevant to analyse innovation process at farm level and complement classical approaches.

## **Chapitre 2 : DISSÉMINATION DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION ET CARACTÉRISATION DES MOYENS D'EXISTENCE DES EXPLOITATIONS AGRICOLES DANS LE MOYEN-OUEST DU *VAKINANKARATRA*, MADAGASCAR**

### **1 Introduction**

Le chapitre 1 a permis d'analyser la dissémination et l'adoption de l'AC en Afrique subsaharienne. Ce chapitre 2 traite de ce sujet dans le contexte particulier du Moyen-Ouest *du Vakinankaratra* en continuation avec les travaux antérieurs dans la zone.

Les objectifs de ce chapitre sont de : (i) décrire l'approche utilisée pour la dissémination de l'AC dans cette zone pour mieux comprendre les chapitres qui suivent ; (ii) caractériser les moyens d'existence des exploitations agricoles de la zone en général et des exploitations appuyées par le projet de développement en particulier.

Les trois premières sections de ce chapitre caractérisent le contexte de la zone d'étude, les enjeux de développement et le mode de dissémination de l'AC dans le cadre du projet de protection des Bassins Versants et Périmètres Irrigués-Sud Est et Hauts Plateaux (BVPI SE/HP). La section 4 décrit les moyens d'existence des exploitations dans l'ensemble de notre zone d'enquête Moyen-Ouest ainsi que les matériels et méthodes pour renseigner ces moyens d'existence. La section 5 présente le niveau de dissémination de l'AC dans le cadre du projet BVPI et le niveau d'adoption pour l'année des enquêtes. La section 6 conclut l'étude.

### **2 Le contexte et la dissémination de l'agriculture de conservation**

Située dans l'Océan Indien, Madagascar est la 4<sup>ème</sup> plus grande île au monde avec une superficie de 587 000 km<sup>2</sup>, une longueur de 1 650 km et une largeur de 580 km. Madagascar est subdivisé administrativement en 22 régions et on distingue 10 zones agro-écologiques contrastées. Le Moyen-Ouest (Figure 2 à gauche) est une grande zone située entre les Hautes Terres centrales et le littoral ouest. Elle s'étend sur une dizaine de régions administratives dont la partie ouest du *Vakinankaratra*.

La région du *Vakinankaratra* (Figure 2 à droite) est située en plein cœur de Madagascar et compte sept districts, dont cinq sur les Hautes-Terres et deux dans le Moyen-Ouest. *Antsirabe* est la plus grande ville de la région. La zone est traversée par la route nationale 34, reliant *Antsirabe* à la côte du Centre Ouest.

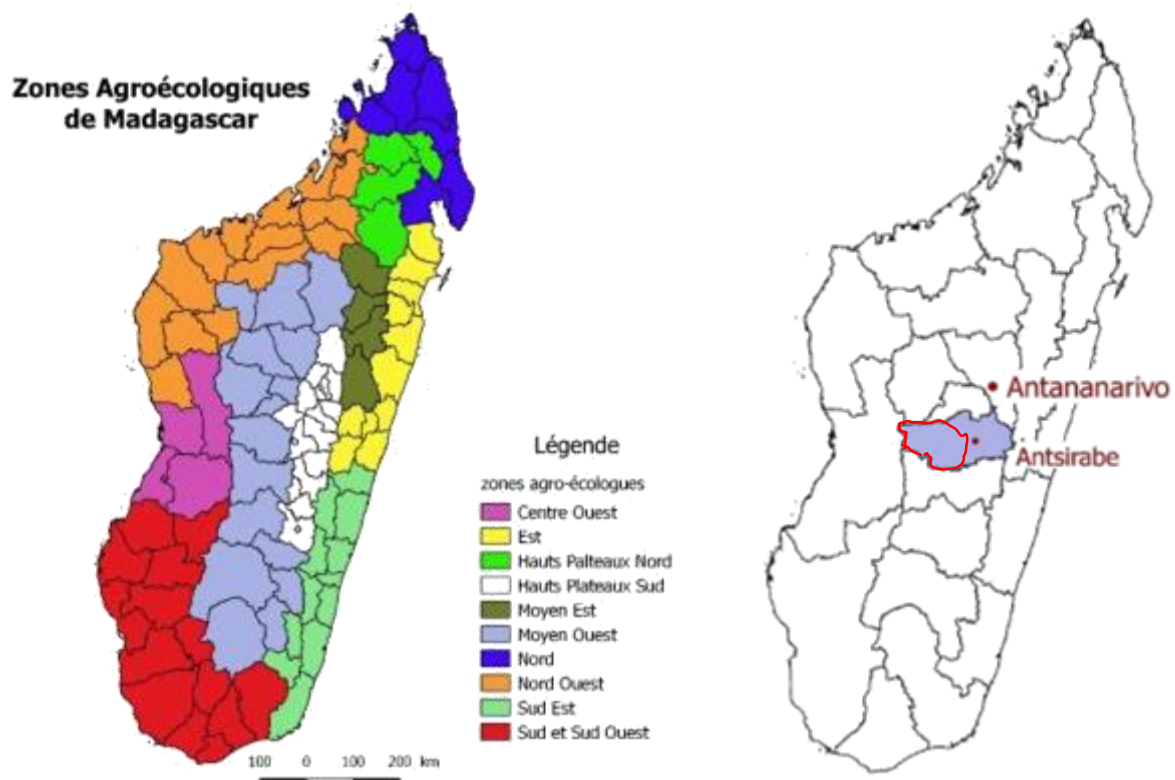
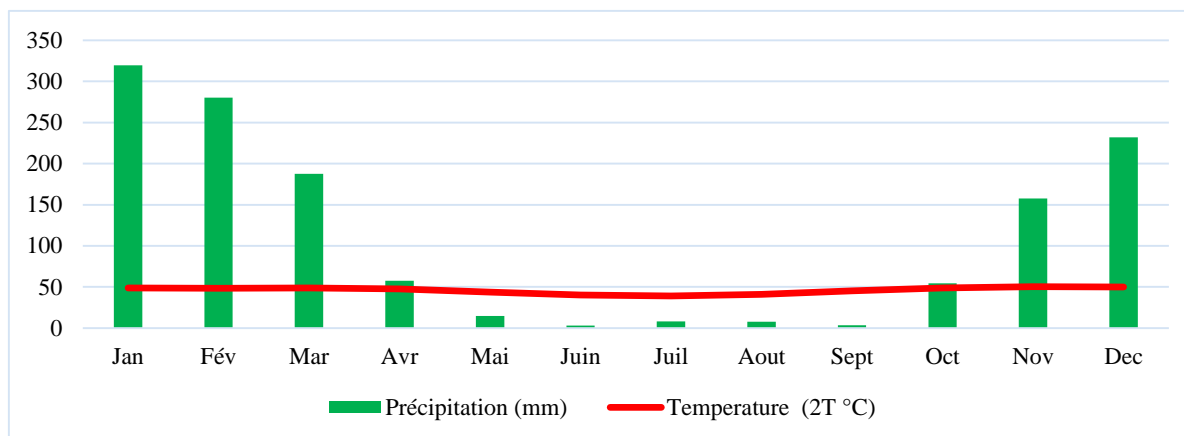


Figure 2 : Présentation du Moyen-Ouest (à gauche) et de la région *Vakinankaratra* (à droite)

Les Hautes Terres et le Moyen-Ouest du *Vakinankaratra* ont des caractéristiques agro-pédologiques, climatiques et socio-économiques très différentes. Notre étude se focalise sur le Moyen-Ouest.

## 2.1 Contexte agro-écologique

Le climat dans le Moyen-Ouest est qualifié de climat tropical de moyenne altitude (l'altitude moyenne se situe aux environs de 1000 m) ; Il est caractérisé par une alternance de saisons bien marquée : une saison hivernale froide et sèche d'avril à septembre, puis une saison estivale chaude et pluvieuse d'octobre à mars correspondant à la principale saison de culture. Cette altitude permet de bénéficier de températures relativement élevées (en moyenne 25°C) toute l'année, contrairement aux Hautes-Terres qui subissent le froid en hiver (Figure 3). Si l'eau est disponible, cette altitude est favorable à la culture d'un deuxième cycle de riz, très apprécié par les exploitants agricoles Malagasy.



**Figure 3 : Précipitation et température du Moyen Ouest du Vakinankaratra (2006 à 2017)**

**Source : Bertrand Muller, CIRAD stations Cimel du DP SPAD à Ivory dans la commune de Vinany représentative des conditions du Moyen-Ouest**

Entre 2006 et 2017, les précipitations moyennes annuelles sont de 1 330 mm. La variation des précipitations autour de la moyenne est de 18%, ce qui indique une irrégularité des précipitations. La région peut ainsi être soumise à des chocs climatiques avec des années de forte sécheresse ou d'inondation susceptibles de faire varier significativement la production agricole.

On distingue trois unités agronomiques principales dans le paysage (Figure 4) : les *tanety* (collines), les *baiboho* (sols colluviaux relativement rares dans cette zone, avec remontées d'eau par capillarité en saison sèche) et les bas-fonds (avec ou sans irrigation contrôlée). Les *tanety* désignent les terres exondées constituées de plateau sommital, des bassins versants pouvant avoir des pentes accentuées qui se terminent en aval par des bas de pentes. Les *tanety* sont potentiellement propices à l'agriculture pluviale (riz pluvial, maïs, manioc, arachide...). Toutefois, il faut une quantité de pluie suffisante et bien répartie pour pouvoir mettre les *tanety* en culture. Les sols de type ferralitique sur *tanety* sont en général pauvres en nutriments (Raunet, 2009), ce qui limite les rendements des cultures sans apport d'engrais. Les exploitants agricoles fertilisent rarement leurs parcelles de *tanety* parce que le coût des engrais est élevé et ces dépenses supplémentaires ne sont pas à la portée de la majorité d'entre eux. Les bas de pente à la jonction des collines et des bas-fonds (*baiboho*) sont des terres réputées riches. Les bas-fonds sont le plus souvent aménagés en rizières irriguées. Ces terres sont les plus convoitées. Sur les rizières, en fonction des disponibilités en eau, les producteurs peuvent faire deux cultures par an : riz/riz ou riz/ cultures maraichères. Dans le Moyen-Ouest du Vakinankaratra, les bas-fonds sont étroits du fait de l'encaissement des vallées. Pour étendre les rizières, les bas de pente des *tanety* sont souvent aménagés en rizières étagées mais à mauvaise maîtrise de l'eau où le riz est cultivé une fois par an sans possibilité de faire des cultures de contre saison.

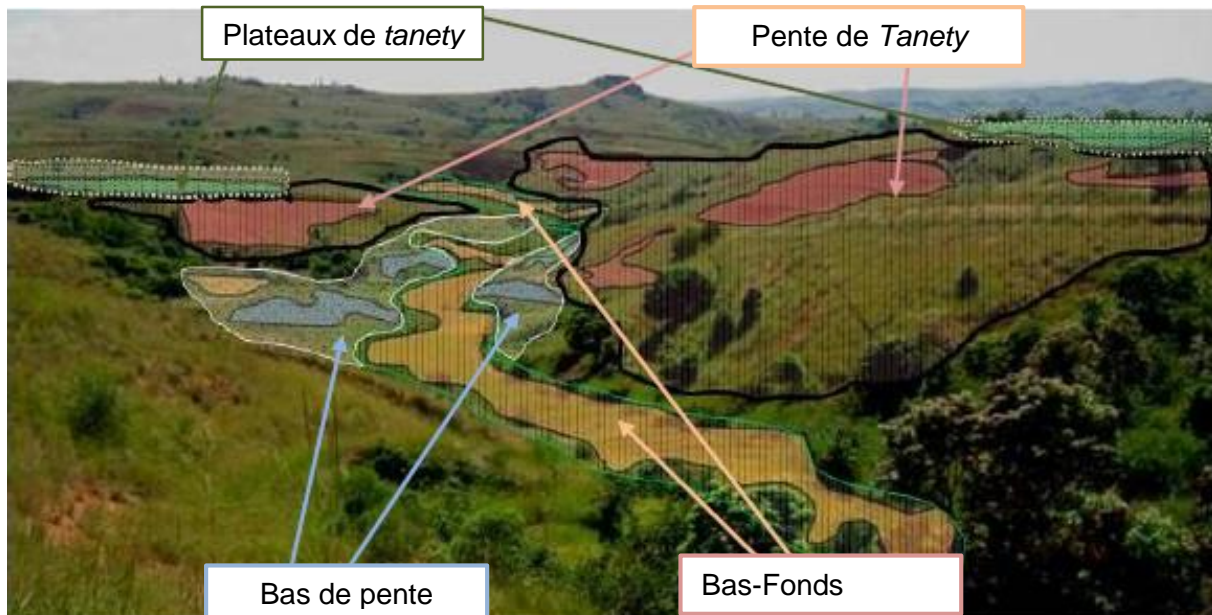


Figure 4 : Les unités agronomiques dans le Moyen Ouest de *Vakinankaratra*.

Source : Sorèze (2010)

## 2.2 Contexte socio-économique

L'agriculture est le premier secteur pourvoyeur d'emploi avec 86% des actifs dans le secteur primaire dans la région du *Vakinankaratra* (Sourisseau et *al.*, 2015). Les systèmes de production dans le Moyen-Ouest du *Vakinankaratra* ont évolué avec la colonisation agricole progressive plutôt « lente » et l'augmentation de la pression démographique (Raharison et *al.* 2016). Au 18<sup>ème</sup> siècle, le Moyen-Ouest était une zone de pâturage. Elle fut progressivement colonisée dans la première moitié du 19<sup>ème</sup> siècle par des vagues de migration successives. Une pression sur les terres de bas-fonds a commencé à partir des années 1950 durant lesquelles apparaît un marché de la terre (Sorèze, 2010). En conséquence de la saturation sur les terres de bas-fonds, les agriculteurs ont été obligés de mettre en valeur les *tanety* et développer l'agriculture pluviale avec des rendements plus faibles.

La migration, en provenance essentiellement des Hautes-Terres, s'est poursuivie. A partir des années 1980, les terres de *tanety* ont commencé à être saturées à leur tour (Raharison et *al.*, 2016), notamment dans notre zone étude dans la commune d'*Ankazomiriotra* puis dans celle de *Vinany*. En conséquence, la durée des jachères a été raccourcie. Pour substituer la pratique de la jachère, l'apport d'engrais minéraux ou organiques serait une alternative. Cependant l'utilisation d'engrais chimique est rare. Et la quantité de fertilisant organique produite et apportée actuellement par les exploitants agricoles est trop faible pour restituer convenablement la fertilité du sol. Le rendement moyen en riz serait de 2,2 t.ha<sup>-1</sup> sur bas-fonds avec une bonne maîtrise de l'eau, de moins de 1,4 t.ha<sup>-1</sup> sur rizière à mauvaise maîtrise de

l'eau et de 1,2 t.ha<sup>-1</sup> sur *tanety* (Sorèze et Penot, 2010). Le sol se dégrade cycle après cycle et la production agricole diminuerait progressivement.

La diversification des cultures fait partie intégrante des stratégies des exploitations agricoles (Sorèze et Penot, 2010 ; Queinnec, 2012 ; Raharison, 2014). Les cultures les plus répandues, cultivées pures ou en association, sont : le riz (de bas-fond et pluvial), le maïs, le manioc, le pois de terre et l'arachide. Les agriculteurs élèvent, pour la plupart, des bovins, des porcs et des volailles. L'élevage bovin, souvent extensif, est pratiqué pour un usage en traction animale et d'épargne sur pied. Comme dans le reste du pays, les exploitations agricoles familiales ont de faibles capacités productives avec de petites superficies et peu d'équipements. Ces exploitations doivent faire face à des risques nombreux : cyclones, inondations et sécheresses, attaques acridiennes, variabilité de la pluviométrie, volatilité et faiblesse des prix au producteur, insécurité et vols, etc.

Dans le Moyen-Ouest, le recours au marché du travail est très largement répandu. La productivité du travail est en moyenne faible. De nombreuses familles vivent dans la pauvreté, estimée à 75,8% en 2010 (INSTAT, 2011). Alors que les produits agricoles apparaissent disponibles, diversifiés et accessibles, le taux d'insuffisance pondérale des enfants de moins de 5 ans est de 46,9 %, soit l'un des plus élevés du pays (Sourisseau et *al.*, 2015), traduisant une forte insécurité alimentaire et nutritionnelle.

Le gradient de concentration de la population dans la région du *Vakinankaratra* va du plus dense au moins dense en allant vers l'ouest (Figure 5). La densité de population dans le district de *Mandoto* en 2013 est faible, de l'ordre de 30 habitants/km<sup>2</sup> par rapport au reste de la région (moyenne régionale de 100 habitants /km<sup>2</sup>) en lien avec une « colonisation » récente, mais aussi en partie à cause du manque d'infrastructure et de l'insécurité rurale qui freine l'installation de nouveaux migrants dans la partie au sud de la route nationale. Si les tendances sont maintenues, Sourisseau et *al.* (2015) projettent une densité d'environ 50 habitants/km<sup>2</sup> en 2030 dans cette zone. Sourisseau et *al.* (2015) soulignent également l'émergence des migrations rurales-urbaines liées par exemple au travail domestique ou à l'étude qui visent essentiellement les grands centres urbains nationaux et régionaux, comme Antananarivo au niveau national et *Antsirabe* pour le *Vakinankaratra*.



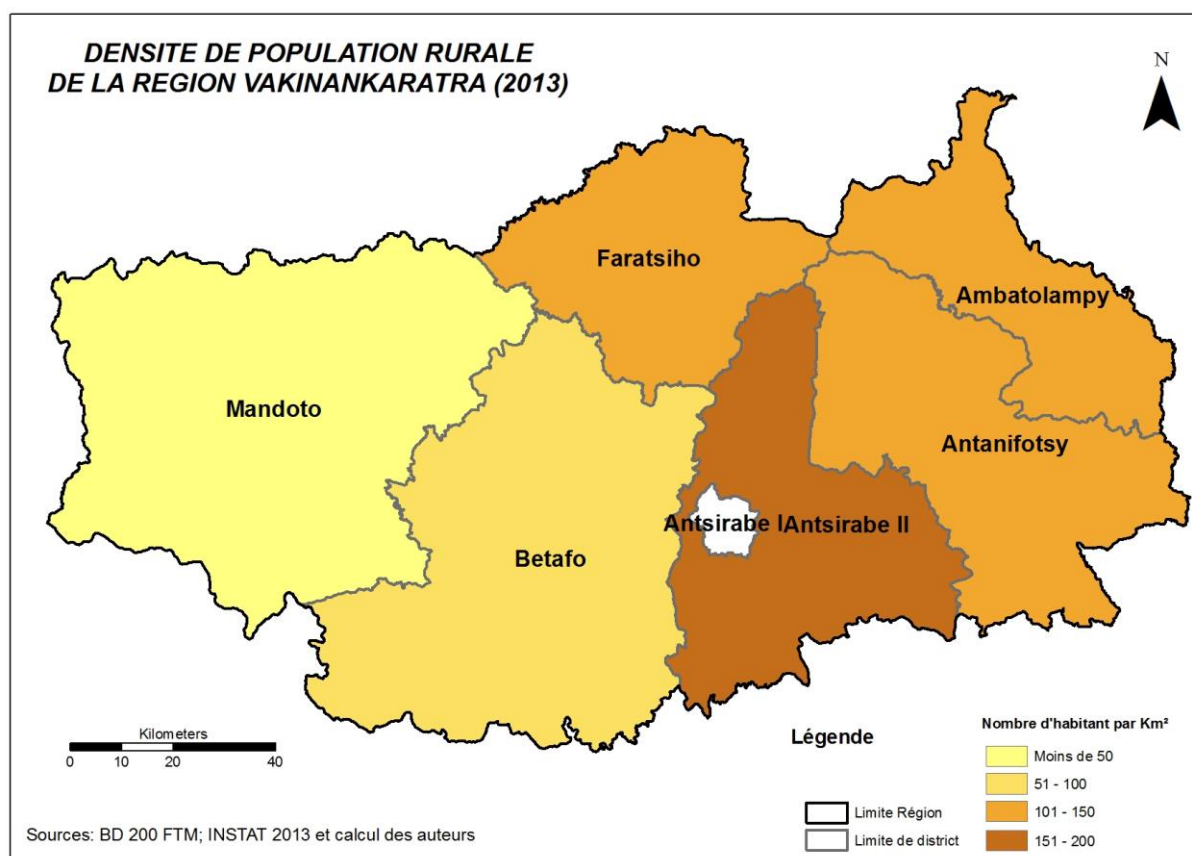


Figure 5 : La densité de la population dans la région du *Vakinankaratra*

### 2.3 Dégradation des sols et durabilité du système de production

Le processus de dégradation des sols est identifié comme un problème majeur dans la zone. Les formes de dégradation du sol peuvent d'être d'ordre physique (dégradation de la structure du sol), chimique (perte des nutriments dans le sol) ou biologique (perte de la biodiversité faunistique et floristique du sol) (Tully et *al.*, 2015).

Ces processus de dégradation sont d'origine naturelle. Les conditions pédoclimatiques dans les pays tropicaux comme Madagascar font que les processus de dégradation sont plus agressifs dans ces pays (Drechsel et *al.*, 2001). La formation des *lavaka* est un exemple de dégradation naturelle (Figure 6). Ces phénomènes d'origine naturelle sont aggravés par les actions anthropiques : le labour peut par exemple détruire le sol qui devient ensuite plus sensible à l'érosion. Les terres arables sur *tanety* ensablent alors les bas-fonds ce qui engendre une perte des nutriments sur *tanety* et



Figure 6 : *Lavaka* dans le Moyen Ouest du *Vakinankaratra*

Photo : Patrice Autfray



rend la maîtrise de l'eau encore plus difficile dans les bas-fonds. Le raccourcissement de la durée de jachère et la faible fertilisation tant organique que chimique ne compensent pas les exportations des cultures. Ce sont des exemples de pratiques agricoles « minières » qui causent la dégradation du sol.



Figure 7 : *Striga asiatica* sur maïs

Photo : Husson and Rakotondramanana (2006)

La perception paysanne concernant la dégradation du sol n'a pas été validée de façon objective par des analyses de sol. Le diagnostic repose sur la présence de plantes bio-indicatrices (Ducarf, 2014) qui permet d'apprécier le niveau de fertilité du sol. Le *Striga asiatica* (Figure 7), est une plante parasite à fleur rouge dont les plantes hôtes sont les céréales (riz et maïs) (Gebisa and Jonathan, 2007). *Striga* est un bon indicateur du faible niveau de fertilité du sol (Husson et al, 2008).

En cas de forte infestation du striga, la production rizicole peut être réduite de 35% à 80% (Rodenburg et al., 2016). La dégradation du sol a ainsi une incidence forte sur la production agricole et menace la sécurité alimentaire des exploitations de la zone.

## 2.4 Dissémination de l'agriculture de conservation

Il est à rappeler que l'AC est basée sur trois principes : (i) le non labour du sol pour minimiser la perturbation du sol et de la litière ; (ii) le maintien en permanence d'une couverture végétale morte (*mulch*) ou vivante ; (iii) la rotation culturale en faisant référence à l'utilisation d'une association dans l'espace et/ou d'une succession dans le temps d'une diversité de plantes aux fonctions multiples pour produire et restituer au sol une forte biomasse (FAO, 2017). L'AC a longtemps été dénommée Semis direct sur Couverture Végétale (SCV) à Madagascar. Ce terme a été largement utilisé dans la littérature notamment dans les manuels, les documents de travail des projets de dissémination et dans certains articles publiés.

Cette technique a été promue dans le Moyen-Ouest du *Vakinankaratra* en réponse aux problèmes de dégradation du sol et d'invasion du *striga* qui limitaient les possibilités de culture des céréales. Pour ce faire, différents projets et différentes institutions de recherche et/ou de développement se sont impliqués et se sont succédés à différentes périodes dans la promotion de l'AC.

#### 2.4.1 L'ONG Terre et développement (TAFa)

L'ONG TAFa a été créée en 1994. Avec l'appui technique du Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) et l'appui financier de différents bailleurs de fonds dont l'Agence Française de Développement, TAFa a développé un noyau d'expérimentation de l'AC à Madagascar entre 1998 à 2007. En 2004, ses activités dans le Moyen-Ouest ont été intégrées dans le Projet National Agroécologie du GSDM.

Les activités de TAFa consistaient à mettre au point des systèmes de cultures en AC adaptés à différentes zones agro-écologiques de Madagascar par le biais de matrice d'expérimentation. Dans le Moyen-Ouest du *Vakinankaratra*, la station de recherche TAFa se situait à *Ivory* dans la commune de *Vinany* (une commune dans notre zone d'étude). La recherche a été concentrée sur la proposition de systèmes pouvant limiter les dégâts du striga (Michellon et *al.*, 2005). Des tentatives de dissémination de l'AC ont eu lieu à *Ivory (Vinany)* entre 1998 et 2006 et dans la commune d'*Ankazomiriotra* (une autre commune dans notre zone d'étude) entre 2003 et 2006 auprès d'une quarantaine d'exploitants agricoles (Michellon et *al.*, 2005) avec un succès très limité. La dissémination a été reprise par l'ONG Fafiala en 2005, puis à partir de 2006 par le projet de mise en valeur et de protection des Bassins Versants et Périmètres Irrigués-Sud Est et Hauts Plateaux (BVPI SE/HP). La dissémination de l'AC était une composante de ce projet. L'ONG TAFa s'est alors focalisée sur les activités de recherche en station en 2007 et a laissé les activités de dissémination en milieu paysan au projet BVPI.

#### 2.4.2 Le projet BVPI

BVPI était un programme national du Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche appuyé par des bailleurs de fonds pour améliorer les productions agricoles en protégeant les sols sur les *tanety* et en améliorant les techniques agricoles sur les bas-fonds.

Parmi la gamme de systèmes d'AC élaborée par TAFa en 1998, le système AC utilisant le stylosanthes (voir détail en annexe 5) comme plante de couverture a été le seul disséminé dans le Moyen-Ouest par le projet BVPI. Ceux utilisant des cultures vivrières ont été disséminés la dernière année du projet. Mais, le manque de financement n'a pas permis une dissémination à grande échelle de ces autres systèmes d'AC. Dans cette section, nous nous référons au manuel pratique du SCV à Madagascar (Husson et *al.*, 2008b) pour décrire l'AC à base de stylosanthes.

BVPI a fait appel à des prestataires de service pour les activités de dissémination dans les différentes zones d'intervention du projet. FAFIALA a été le prestataire sélectionné dans le Moyen-Ouest du *Vakinankaratra*.

➤ Première sensibilisation à l'AC

Les travaux de sensibilisation ont été réalisés dans huit communes du district de *Mandoto*. Le choix des communes était basé sur la présence de bassin-versant et périmètre irrigués. Des techniciens vulgarisateurs du projet ont sensibilisé directement les communautés locales dans les villages ou communes durant les jours du marché. Les exploitants intéressés et volontaires devaient contacter directement les techniciens vulgarisateurs de FAFIALA qui avait un bureau à *Ankazomiriotra*.

TAFA a mis au point une gamme de systèmes AC adaptés à différentes zones agroécologiques de Madagascar utilisant des couvertures mortes telles que les paillages ou des couvertures vives avec des cultures vivrières (niébé, soja...) ; ou des cultures fourragères (*brachiaria* ou *stylosanthes*). Des référentiels techniques ont été édités par le GSDM<sup>3</sup> en 2008 pour aider les agents de vulgarisation à mieux comprendre les systèmes AC et à mieux transmettre les informations aux exploitants agricoles. Ces documents renseignent pour chaque système AC : les caractéristiques des plantes de couverture, la mise en pratique du système, leurs performances et leurs limites. Tous ces référentiels ont été rassemblés dans le manuel pratique du SCV, application à Madagascar par Husson et *al.* (2013). Le projet BVPI s'est beaucoup inspiré de ces informations pour disséminer l'AC dans le Moyen-Ouest *du Vakinankaratra*.

➤ Dissémination à grande échelle de l'AC

La démarche de dissémination du projet s'est déroulée en deux phases (Cellule de projet BVPI SE/HP, 2013).

**Première phase du projet (2006 à 2008)**

Durant cette première phase, la dissémination de l'AC a été faite de façon individuelle avec des conseils techniques à la parcelle dans les 8 communes d'intervention du projet. Les communes, ainsi que les *fokontany* à l'intérieur des communes, pouvaient être distantes d'environ 30 km au moins. Certaines sont géographiquement très enclavées et très difficile d'accès, quelques fois uniquement accessible à pied.

Les exploitants volontaires ont été invités à adhérer à un groupement de paysans existant ou d'en constituer un nouveau nommé GSD (Groupement Semis Direct). Cette organisation, composée de 20 à 30 personnes, peut bénéficier d'un crédit à caution solidaire dont le financement de base a été au début assuré par le projet pour ensuite alimenter un fond "revolving". Ce crédit permettait de financer les intrants nécessaires préconisés par le projet.

---

<sup>3</sup> Groupement de Semis Direct de Madagascar (GSDM) rassemblent les différents acteurs œuvrant pour la dissémination de l'AC à Madagascar. Actuellement, GSDM utilise le slogan GSDM, « professionnel de l'agroécologie ».

Les modalités de remboursement des intrants durant les périodes de récolte suivent les cahiers de charges du GSDM (Husson and Rakotondramanana, 2006) : les semences et les engrais (un crédit exempt d'intérêt) devaient être remboursés en nature (riz) et/ou en numéraire ; les produits phytosanitaires en numéraire avec un intérêt de 1% par mois. Le remboursement se fait sur le compte du GSD ouvert dans une institution de microfinance. En fait, l'AC était proposée et associée à une intensification classique avec des engrais chimiques pour obtenir des augmentations conséquentes et significatives de rendement. Des techniciens socio-organiseurs appuient l'OP pour l'accès au crédit et l'approvisionnement en intrants.

Le projet a également permis la valorisation de la plante de couverture en achetant les semences de stylosanthes auprès d'exploitants producteurs à raison de 12 000 Ar le kilo. A ce prix, la production de semence est plus rentable que les autres cultures (Penot, 2016, p. 314). En conséquence, une forte dynamique de production de semence s'est créée. En 2009, les semences ont été produites en grande quantité alors que le faible nombre de nouveaux adoptants ne permettait pas d'absorber la quantité produite et le prix des semences a fortement diminué.

Cette première phase du projet a rencontré des difficultés de mise œuvre dues à une grande dispersion géographique des exploitants, un manque d'efficacité de l'appui-conseil individuel pour une diffusion de masse, un faible niveau de remboursement des crédits, un manque d'organisation de la production de semence et une multiplication de petits groupements de paysans opportunistes.

### **Deuxième phase du projet (2009 à 2012)**

Sur la base de l'évaluation de la première phase, les modalités de dissémination ont été modifiées durant la seconde phase du projet : (i) les interventions ont été concentrées dans 4 sur les 8 communes de la première phase ; (ii) le projet ne s'est pas limité à des conseils techniques à la parcelle mais a pris en compte l'ensemble de l'exploitation agricole ; (iii) l'appui-conseil a été mis en œuvre en groupe ; (iv) le crédit à caution solidaire et le préfinancement ont été abandonnés (les paysans étant censés autoproduire leurs propres semences) ; (v) seulement quelques paysans, dit "paysans pilotes", ont été formés pour la production de semences ; (vi) seuls les groupements qui n'ont pas un caractère opportuniste ont été retenus et formés sur la gestion et le fonctionnement d'une organisation. Les techniciens socio-organiseurs assuraient la formation au niveau des OP.

Le contrôle de la plante de couverture pour le cas de l'AC à base de stylosanthes (annexe 5) avait été identifié comme une contrainte forte pour la mise en œuvre de cette technique en raison de l'importance et de la pénibilité du travail manuel. De ce fait, à partir de 2011, le Fonds Régional pour le Développement Agricole (FRDA) par le biais du projet BVPI a subventionné partiellement l'achat de rouleaux aux groupements existants pour une utilisation collective.

### 3 Les travaux de recherche sur l'adoption de l'agriculture de conservation

Des travaux de recherche ont été menés par Penot et *al.* dans le Moyen-Ouest entre 2010 et 2013 pour analyser les caractéristiques et les performances des exploitations agricoles ainsi que l'impact de l'AC sur leurs revenus. Cette section présente d'abord les résultats de ces travaux antérieurs et situe ensuite l'objet de la présente étude par rapport à ces travaux.

Les premières analyses de la dissémination de l'AC dans le cadre du projet BVPI datent de 2008 avec les travaux d'Ahmim-Richard et Bodoy. Ce binôme a enquêté dans deux régions d'intervention du projet : le *Vakinankaratra* (Hautes Terres et Moyen-Ouest) et l'*Amoron'i Mania* (au sud de la précédente, hors de notre zone d'étude). Seulement 15 exploitations ont été enquêtées à *Ankazomiriotra* pour le Moyen-Ouest du *Vakinankaratra*. L'objectif de l'étude était d'établir une typologie globale des exploitations pour adapter les conseils techniques des techniciens dans le projet BVPI sur toutes les zones du projet. Les critères discriminants pour différencier les types ont été les suivants : (i) l'importance du revenu issu des activités non-agricoles ; la présence d'un élevage ; l'autosuffisance en riz ; la destination des produits de culture (vente ou autoconsommation) sur *tanety*. Une des principales limites de cette étude était le faible nombre d'exploitations enquêtées qui ne permettait pas de représenter ni la commune d'*Ankazomiriotra* ni le Moyen-Ouest.

En 2010, Sorèze a mené une enquête pour comprendre les stratégies des exploitations agricoles en général et leurs comportements d'adoption de l'AC en particulier. Son échantillon est un peu plus important : 36 exploitations, dont 30 adoptantes (depuis 5 ou 6 ans) ou ayant abandonné et 6 exploitations non adoptantes, dans les communes de *Vinany* et *Ankazomiriotra*. Une typologie spécifique à la région a été établie selon les critères suivants : la taille des exploitations agricoles appréciée par la surface agricole utile (> ou < 6ha), les moyens financiers et les revenus non-agricoles. Cette étude a montré que bien que les petites exploitations (< 6 ha), sont les plus concernées par les problèmes de dégradation du sol et donc ont le plus intérêt à pratiquer l'AC, elles n'ont pas les moyens financiers et la disponibilité foncière pour le faire. Les exploitations de surface moyenne à grande (> 6ha), au contraire peuvent mettre en œuvre la technique, augmenter leurs surfaces cultivées et leurs revenus agricoles.

De Charentenay (2011) a modélisé le fonctionnement des exploitations agricoles pour analyser l'impact de l'AC à base de Stylosanthes sur le revenu des exploitations à *Vinany* et *Ankazomiriotra*, en utilisant la base de données de Sorèze (2010). Les résultats ont montré que l'AC à base de stylosanthes est moins compétitive que les systèmes non-AC pratiqués par les exploitations à cause de l'introduction des années de jachère.

En 2012, une enquête complémentaire de caractérisation des exploitations a été menée par Queinnec afin d'actualiser et d'élargir la typologie des exploitations de la zone. En effet, la

typologie établie par Ahmim-Richard et Bodoy (2008) n'est pas spécifique au Moyen-Ouest et celle de Sorèze (2010) concerne seulement deux communes : *Vinany* et *Ankazomiriotra*. Cette étude a ainsi été réalisée sur un échantillon de 45 exploitations dans quatre communes du Moyen-Ouest dont *Inanantonana* et *Fidirana* en plus d'*Ankazomiriotra* de *Vinany*. Les critères discriminants de cette typologie sont : la disponibilité en terres sur *tanety* et sur bas-fonds, le revenu généré par les activités non-agricoles et la diversification avec l'élevage.

C'est sur la base de cette typologie élaborée par Queinnec (2012) que Voahanginambinina (2013) a analysé, en utilisant la modélisation, l'impact de nouveaux systèmes de culture en AC proposé par la recherche mais non encore disséminé. A la différence de l'étude menée par De Charentenay (2011), celle-ci a ainsi analysé l'AC à base de légumineuses en plus de l'AC à base de stylosanthes. Les résultats ont révélé que l'AC à base de légumineuses a des effets positifs sur le revenu agricole des exploitations par rapport à l'AC à base de stylosanthes, ainsi que par rapport au système non-AC. L'impact est plus prononcé pour les exploitations ayant plus de terres.

Une autre enquête analyse la durabilité agroécologique, socio-territoriale et économique des exploitations appuyées et non-appuyées par le projet BVPI a été réalisée en 2014 sur 240 exploitations dans les quatre mêmes communes (*Inanantonana*, *Fidirana*, *Vinany* et *Ankazomiriotra*) pour inventorier les facteurs de production et les pratiques agricoles utilisées lors de l'année culturale 2013/14 (Raharison, 2014). Les résultats montrent que les profils moyens de durabilité des exploitations agricoles selon les communes sont très proches les uns des autres sauf pour l'accès aux marchés qui est lié au niveau d'enclavement de la commune. Du point de vue agroécologique, les actions du projet BVPI ont impacté sur l'augmentation de la diversité des espèces animales, sur l'augmentation de la diversité des espèces pérennes et sur l'amélioration des pratiques rizicoles. Les exploitations appuyées ont un profil de durabilité socio-territoriale et économique plus élevé par rapport à celles non-appuyées. Cette différence est surtout liée aux caractéristiques structurelles des deux types d'exploitations plutôt qu'à l'effet de l'appui du projet. En raison des moyens disponibles et des objectifs de recherche, les questionnaires ne prenaient pas en compte la détermination des revenus agricoles et non-agricoles.

Une grande partie de résultats mentionnés plus haut ont été édités dans le livre intitulé « Processus d'innovation et résilience des exploitations agricoles à Madagascar » (Penot, 2016).

Bref, ces travaux soulevaient la question de la place des techniques d'AC dans les systèmes de production et le revenu à l'échelle de l'exploitation agricole et du territoire sans faire explicitement référence aux moyens d'existence selon le cadre SRL. Les résultats indiquaient que l'AC semblait avoir un impact sur la durabilité notamment agroécologique des exploitations agricoles au niveau territoire. Toutefois, l'analyse à l'échelle de l'exploitation révélait que les

années de jachère du système AC à base de stylosanthes rendent ce système moins performant économiquement que les autres systèmes AC à base de légumineuse et les systèmes non-AC pratiqués par les exploitants. La typologie des exploitations est un outil pertinent pour analyser l'impact de l'AC dans un contexte où les situations agricoles, les structures et les stratégies des exploitations sont diversifiées. Ce qui a permis par exemple de mettre en évidence que le comportement d'adoption et l'impact sur le revenu des exploitations, diffèrent selon les types d'exploitations. Seules les exploitations les mieux dotées en capital financier et en terres peuvent le mettre en œuvre. Les plus petites sont celles qui auraient le plus d'intérêt à le faire, mais elles sont contraintes par les capitaux dont elles disposent. La disponibilité foncière revenait à chaque fois comme critère discriminant pour différencier les exploitations dans les typologies élaborées. Cette variable s'avère être un élément déterminant de l'adoption de l'AC dans les travaux antérieurs. C'est pourquoi, cette « disponibilité foncière » fera encore l'objet d'étude dans le chapitre 4 de cette thèse. Il est important de souligner que les travaux menés par Penot et *al.* ont été réalisés entre 2008 et 2013, durant cette période les exploitants agricoles étaient dans une phase d'apprentissage de la technique et leurs comportements d'adoption étaient encore fortement influencés par le projet. Nous allons pouvoir prolonger ces études avec une analyse en post-projet dans le chapitre 4.

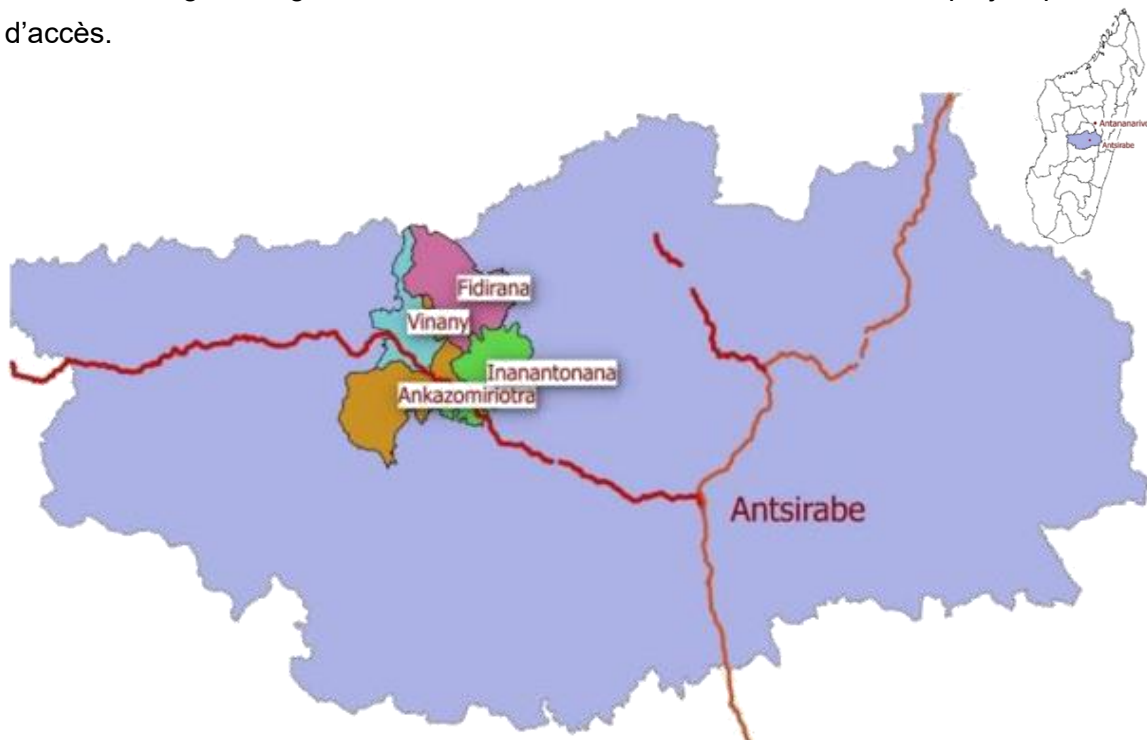
## **4 Les moyens d'existence des exploitations agricoles**

### **4.1 Collecte des données**

Une enquête basée sur un questionnaire fermé a été menée dans les quatre principales communes où le projet BVPI SE/HP est intervenu : *Inanantonana*, *Fidirana*, *Vinany* et *Ankazomiriotra* (Figure 8) afin de : (i) caractériser les capitaux et les activités des exploitations agricoles ; (ii) apprécier les revenus générés par chaque activité, agricole et non-agricole (qui n'avaient pas pu être renseignés dans les travaux réalisés par Raharison en 2014). Les communes d'*Ankazomiriotra*, *Vinany* et *Inanantonana* sont parcourues par la route nationale RN 34. *Ankazomiriotra* est une petite ville avec un accès facile aux services financiers (IMF) et aux intrants. La commune de *Fidirana* est éloignée de la route nationale à environ 40 km et son accès est difficile. Les taxi-brousse reliant *Ankazomiriotra* à *Fidirana* ne voyagent que deux fois par semaine. Et en saison des pluies, la piste est difficilement praticable et peut nécessiter 4h de trajet. Il est à noter que tous les villages sont maintenant considérés comme situés dans la zone d'insécurité où sévissent les voleurs de zébus (*Dahalo*).

Dans chaque commune, deux *Fokontany* (la plus petite unité administrative qui peut être assimilée à un village - ou plusieurs villages - et des hameaux associés appelés « îlots ») ont été choisis de manière à prendre en compte la proximité ou l'éloignement par rapport au chef-lieu de commune, sous l'hypothèse que la diffusion des techniques pourrait être moins rapide

dans les villages éloignés de l'endroit où résident les techniciens du projet, plus difficiles d'accès.



**Figure 8 : Localisation de la zone d'étude dans le Moyen Ouest du Vakinankaratra**

**Source : Jean-Baptiste Laurent**

L'unité d'observation est l'exploitation agricole, en prenant en compte l'ensemble des activités qu'elles soient d'origine agricole ou non. Le ménage et l'exploitation agricole sont interchangeables dans ce document. L'échantillon comprend 60 exploitations par commune, soit 240 exploitations au total. Ces exploitations ont été tirées au sort dans deux listes différentes : 120 exploitations directement appuyées par le projet BVPI SE/HP tirées dans la base de données du projet et 120 exploitations non appuyées tirées dans la liste des ménages fournie par le chef du *Fokontany*. Cette seconde liste a été construite à partir de la liste électorale après avoir écarté les exploitations appuyées par le projet. Dans chaque liste, 15 exploitations ont été tirées au sort soit 30 exploitations par *Fokontany*. L'établissement de ces listes et les tirages au sort des exploitations ont été réalisés dans le cadre d'un master mettant en relation les politiques de développement et la durabilité des exploitations agricoles familiales (Raharison, 2014). Les enquêtes ont été réalisées par une équipe d'enquêteurs préalablement formés sur les questionnaires et supervisés par l'auteur.

Avec la méthode utilisée pour le tirage au sort, les taux de sondage sont très différents entre exploitations appuyées et non-appuyées. Cette méthode permet d'effectuer des comparaisons entre les deux groupes. En revanche elle doit être adaptée pour représenter la situation générale dans les communes en pondérant les observations selon l'importance dans la population totale des exploitations agricoles. Le taux de sondage a été déterminé en prenant en compte la population totale des exploitations de chaque *fokontany*.



Ainsi, le taux de sondage des exploitations appuyées varie de 20 à 83% alors qu'il n'est que de 2 à 8% pour les exploitations non-appuyées. Un coefficient d'extrapolation a été calculé pour chaque *fokontany* enquêté qui permet de corriger le poids de chaque observation de manière à représenter l'ensemble des exploitations des huit *fokontany* étudiés. L'échantillon non pondéré est de 240 exploitations, l'échantillon pondéré représente 4 379 exploitations. Pour de nombreuses variables la pondération a un impact conséquent ; par exemple la SAU moyenne pondérée par exploitation est de 2,02 ha alors que non pondérée elle est de 2,62 ha. Ceci s'explique par le fait que les exploitations appuyées ont en moyenne une superficie supérieure à la moyenne générale. Pour d'autres variables, il n'y a pas de différence, comme par exemple pour le nombre moyen de personnes par exploitation qui est de 5,7 avec ou sans pondération. Par défaut, les statistiques présentées dans ce chapitre sont des résultats obtenus avec pondération. Dans le cas contraire, il est précisé que les résultats sont sans pondération.

Une base de données a été établie sous le logiciel Access, apurée puis traitée en utilisant les logiciels d'analyse statistique STATA et SPSS. Un document de travail a été produit par Razafimahatratra et *al.* (2017).

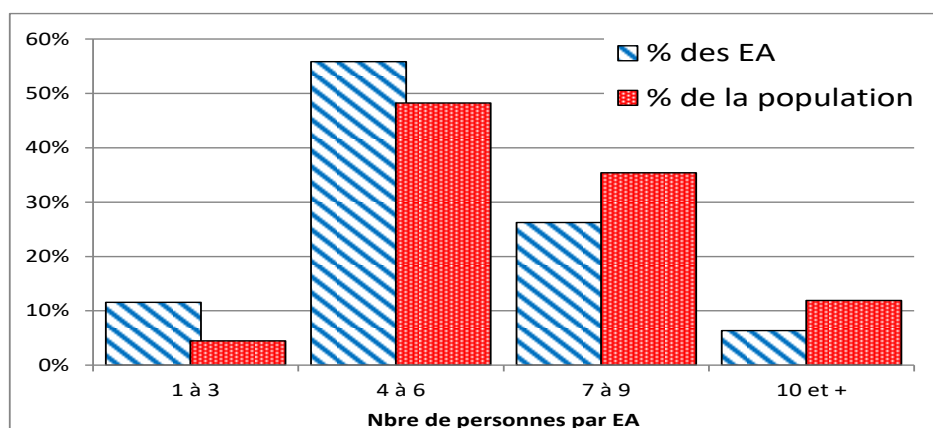
## **4.2 Un accès inégal aux capitaux**

Quelques variables permettent de décrire chacun des éléments du cadre SRL.

### **4.2.1 Capital humain**

#### ➤ Taille du ménage

Le nombre moyen de personnes par exploitation est de 5,74 (CV de 39%). Ce chiffre est un peu plus élevé que le résultat de l'Enquête Périodique auprès des Ménages (EPM) de 2010 pour les ménages ruraux dans la région du *Vakinankaratra* qui est de 5,3 personnes/ménage (INSTAT, 2011). L'explication est peut-être liée à une caractéristique du Moyen-Ouest par rapport au reste de la région, peut-être est-ce aussi en raison d'une sous-représentation, dans notre échantillon, des très jeunes ménages qui auraient pu être « oubliés » au moment de l'élaboration de la liste des ménages non appuyés, à partir de la liste électorale, pour le tirage au sort. Le nombre de personnes par exploitations varie de 1 à 14 (Figure 9).

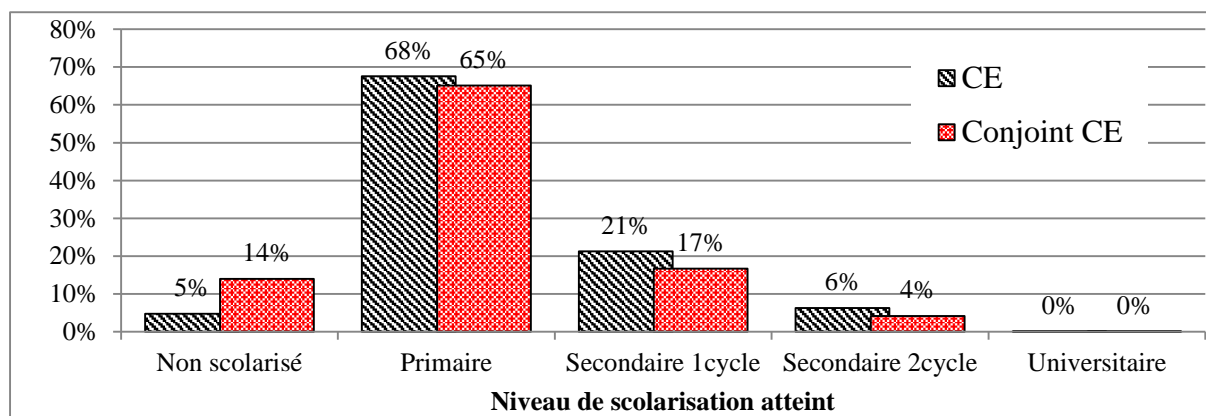


**Figure 9 : Répartition des exploitations et de la population selon le nombre de personnes par exploitation.**

Source : auteur

#### ➤ Niveau d'éducation <sup>4</sup>

Le CE et son conjoint ont approximativement le même niveau de formation scolaire, même si on relève un léger décalage (Figure 10)



**Figure 10 : Niveau scolaire atteint par le chef d'exploitation et son conjoint.**

Source : auteur

La majorité des chefs d'exploitation et de leurs conjoint(e)s a, au minimum, atteint le niveau primaire. Ces exploitants ont donc acquis les notions de base pour lire, écrire et compter qui pourraient faciliter le conseil agricole.

<sup>4</sup> À Madagascar, le système éducatif de l'enseignement général dans le secteur public comprend l'enseignement primaire et secondaire. L'enseignement primaire dure 5 ans dans les écoles primaires publiques (EPP) et l'âge officiel pour y accéder est de 6 ans. L'enseignement secondaire se subdivise en deux cycles : 1er cycle et le 2nd cycle. La durée est de 4 ans pour le 1er cycle dans les collèges d'enseignement secondaire général ou technique et 3 ans pour le 2nd cycle dans les lycées d'enseignement général ou technique. La fin des études primaires, secondaires 1er cycle et 2nd cycle est respectivement sanctionnée par le CEPE (Certificat d'Etudes Primaires Élémentaires), le BEPC (Brevet d'Etudes du Premier Cycle) et le diplôme de Baccalauréat. L'enseignement pré-primaire ou préscolaire, destiné aux enfants de moins de 6 ans, existe à Madagascar dans les écoles privées, et est progressivement mis en place dans les écoles publiques depuis l'année 2016.

### 4.2.2 Capital social

La dimension du capital social est appréciée par l'adhésion des membres de l'exploitation à une organisation paysanne (OP). Si un des membres de l'exploitation revendique avoir adhéré à une ou plusieurs OP alors on considère que l'exploitation appartient à cette ou ces OP. Le Tableau 5 montre que plus de la moitié (51%) des exploitations n'adhère à aucune organisation de quelque type que ce soit. Pour les autres, elles appartiennent à une organisation (32%), deux organisations (14%) et trois organisations ou plus (4%).

**Tableau 5 : Répartition des exploitations selon leur appartenance aux types d'organisation paysanne (Source : auteur)**

OP	OP Agricoles	IMF	OP Autres	Ensemble
Aucune	81%	89%	69%	51%
1 OP	18%	11%	22%	32%
2 OP	2%	0%	8%	14%
3 OP ou +	0%	0%	0%	4%

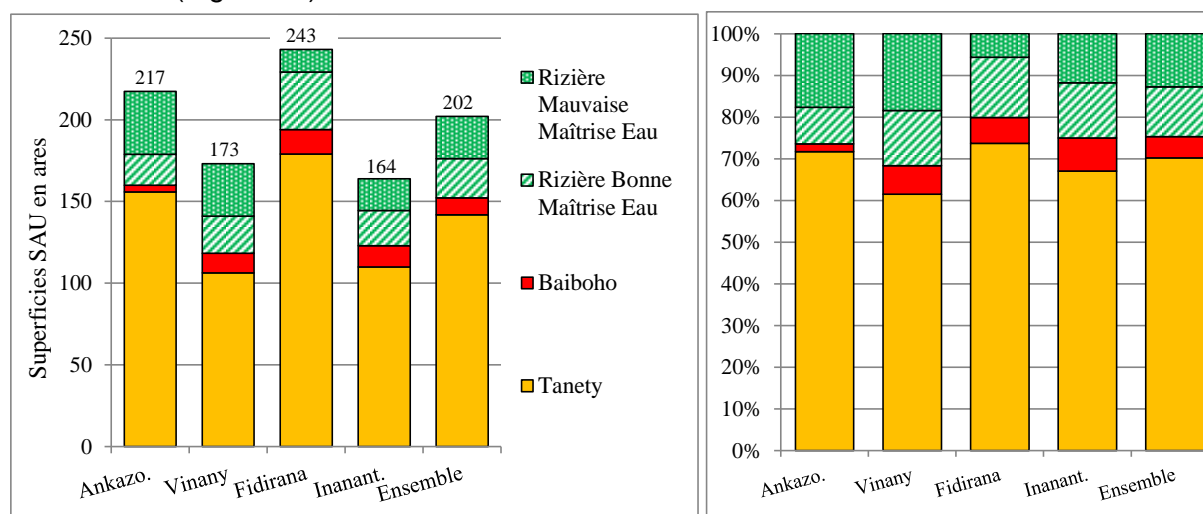
La structuration rurale apparaît très faible puisque 80% des exploitations ne revendiquent aucune appartenance à un réseau professionnel de quelque nature que cela soit (syndical, coopératif

d'approvisionnement ou de commercialisation, de conseil). Ce déficit d'organisation ou de structuration est un handicap pour les actions de développement car : (i) de nombreux programmes ou projets se basent sur l'action collective pour leurs interventions ; (ii) la concertation pour la définition des politiques est sensée se développer ; enfin (iii) les regroupements de l'offre et de la demande sont indispensables pour peser sur les filières.

### 4.2.3 Capital naturel

#### ➤ Disponibilité foncière

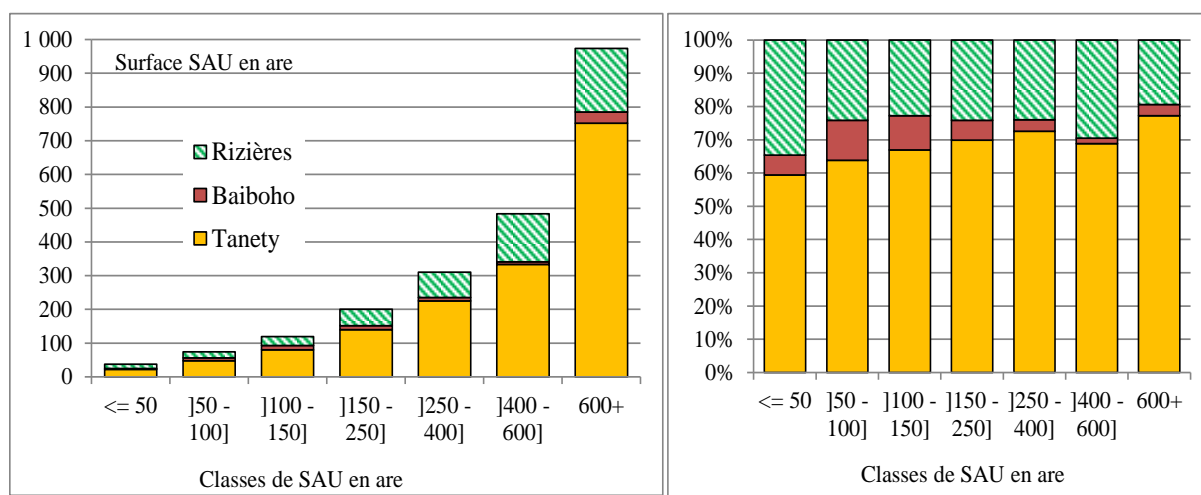
Le Moyen-Ouest est une zone de culture pluviale, car les bas-fonds sont étroits et les disponibilités en terre sont sur *tanety*. On observe d'abord des inégalités d'accès à la terre en termes de superficie agricole utile (SAU) moyenne entre exploitations de différentes communes (Figure 11).



**Figure 11 : Surfaces Agricoles Utiles moyennes par exploitation selon les types de terres et les communes (Source : auteur)**

Les moyennes de SAU diffèrent significativement entre les communes. A *Vinany* et *Inanantonana*, elles sont proches et la différence n'est pas significative. Avec les autres communes, les différences sont significatives. C'est à *Fidirana* que la SAU moyenne est la plus importante avec 2,43 ha (CV de 100%) indiquant des niveaux de disponibilité foncière plus élevés. Ces superficies moyennes sont très nettement supérieures à la superficie moyenne des exploitations agricoles de la région : 1,07 ha<sup>5</sup> pour la région du *Vakinankaratra* selon le RNA de 1985 ; 0,55 ha pour la région du *Vakinankaratra* selon le RA<sup>6</sup> de 2004/05 et enfin, 0,50 ha à *Vakinankaratra* et 1,00 ha pour l'ensemble de Madagascar selon EPM 2010 (INSTAT, 2011).

Les différents types de terres ne se valent pas. Les terres de bas-fonds peuvent être aménagées en rizières, être irriguées et bénéficier des apports d'alluvions des collines alentours. Les terres de *baiboho* sont rares mais réputées fertiles. Enfin les terres de *tanety* sont abondantes mais plus ou moins pentues et moins fertiles. Les graphiques ci-dessous (Figure 12) présentent à gauche la moyenne des classes de SAU avec la décomposition selon les trois unités agronomiques et à droite la composition pour chaque classe en pourcentage.



**Figure 12 : Composition de la Surfaces Agricoles Utiles moyenne selon les unités agronomiques, pour les classes de Surfaces Agricoles Utiles**

Source : auteurs

On note un certain équilibre entre les différentes unités agronomiques quelle que soit la SAU totale de l'exploitation. Cet équilibre serait de 60 à 70% de terres en *tanety* et de 20 à 30% en rizières, et avec des terres de *baiboho*, inégalement réparties sur le territoire, allant de 3 à 12%.

<sup>5</sup> Recensement national de l'agriculture source : MPARA, 1988 et calcul des auteurs

<sup>6</sup> Recensement de l'agriculture, source : MAEP, 2007a et calculs des auteurs

## ➤ Mode de tenure et mode d'acquisition des terres

La surface agricole peut être soit en : (i) faire-valoir direct (FVD), l'exploitant est propriétaire ou à un statut équivalent ; ou (ii) en faire-valoir indirect (FVI) « *qui consiste pour le propriétaire d'un terrain à confier son exploitation à un tiers en contrepartie d'un partage en nature des produits de la récolte (métayage), ou moyennant une location monétaire (fermage). Le métayage et le fermage ont toujours fait partie de l'organisation rurale et du système de production agricole des Hautes-Terres et des autres régions depuis la période monarchique ; ils sont répandus à Madagascar même s'ils ont été interdits par la législation des années 1970* » (Andriamanalina et al., 2013). Toutefois tous les échanges fonciers ne sont pas monétarisés. Certaines exploitations empruntent ou prêtent des terres sans contrepartie financière. Il faut ainsi élargir le FVI en intégrant ces échanges à titre gracieux. Enfin, les enquêtes menées incluent à la fois des emprunts de terre mais aussi des exploitations qui mettent une partie de leurs terres en location, en fermage ou prêtent à titre gracieux.

Dans le Moyen-Ouest, le mode de faire-valoir direct (FVD) est le plus largement pratiqué. Parmi les modes de faire-valoir indirect (FVI) des terres, la location et le prêt à titre gracieux sont les formes dominantes, alors que le métayage est marginal. Les montants payés par les exploitants pour disposer de la terre dépendent du type de terre et du mode de faire-valoir. Logiquement, les prix de la location (Tableau 6) sont plus élevés pour les bas-fonds (4 800 Ar/are) que pour les *baiboho* (2 700 Ar/are) et les *tanety* (1 300 Ar/are). Si ces prix observés traduisent les écarts de productivité entre les types de terre alors 1 are de bas-fonds équivaut à 3,7 ares de *tanety* et 1 are de *baiboho* à 2 ares de *tanety*. Le coût de la terre apparaît élevé, puisqu'à raison de 610 Ar/kg de paddy (prix moyen relevé par l'étude), cela représente environ 210 kg de paddy pour un ha de *tanety* et 790 kg pour un ha de bas-fonds, soit 10% à 15% du rendement moyen sur *tanety* et 20 à 25% du rendement moyen sur rizière. Les modalités du métayage sont généralement un partage moitié/moitié de la récolte entre le propriétaire et le métayer. Le métayage revient nettement plus cher pour celui qui exploite parce le métayer souvent n'a rien à payer jusqu'à la récolte et que la rémunération du propriétaire varie selon la récolte. Selon les quelques observations dans l'échantillon, le métayage revient à 1,6 à 1,8 fois plus cher que la location.

**Tableau 6 : Coût moyen du fermage et du métayage selon le type de terre**

Types de terre	Location			Métayage		
	Nb obs*	Superficie en are	Coût moyen du fermage en Ar/are	Nb obs*	Superficie en are	Coût moyen du métayage en Ar/are
<i>Tanety</i>	65	2 050	1 291	2	70	2 343
<i>Baiboho</i>	4	120	2 708			
Bas-fonds	39	647	4 813	11	255	7 580

\* Nombre d'observations sans pondération

**Source : auteur**

Le statut foncier des parcelles, le mode d'acquisition par l'exploitant actuel (héritage ou achat), les prix payés, sont autant d'éléments qui témoignent de l'ancienneté de l'installation d'une agriculture permanente dans cette zone. Les prix moyens observés indiquent que le foncier constitue un capital important pour une exploitation agricole à la fois en tant que capital naturel mais aussi en tant que capital financier. Le marché du foncier semble actif. Au prix actuels de la terre, les inégalités de dotations foncières semblent difficiles à surmonter pour les exploitations agricoles les plus petites.

#### 4.2.4 Capital financier

70% des exploitations n'ont pas recours au crédit (Figure 14). Malgré cette faible participation au marché de crédit, on peut considérer que cette pratique est courante puisque 30% des exploitations en ont déclarées en 2014.

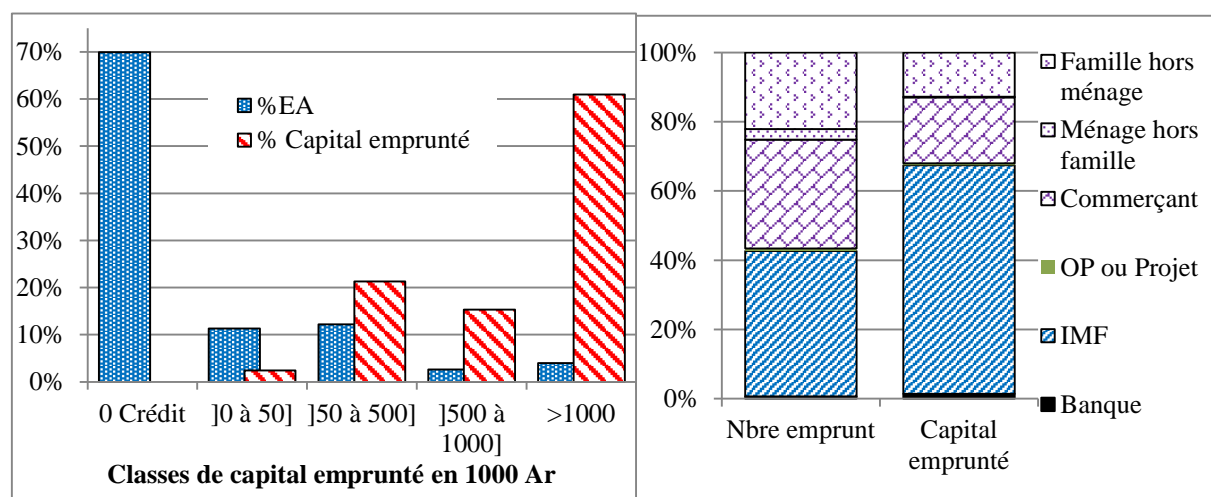


Figure 13 : Importance du crédit

Source : auteur

Figure 14 : Importance des fournisseurs de crédit

Source : auteur

Le secteur informel est le plus fréquemment utilisé avec 58% du nombre d'emprunts contractés (Figure 13). Ce circuit est utilisé surtout pour emprunter de faibles montants sur une durée de 6,5 mois en moyenne, à un taux mensuel moyen (3,1%). Les emprunts chez les commerçants sont en moyenne de 250 000 Ar. La famille et les amis peuvent prêter un montant encore plus petit avec en moyenne 30 000 Ar.

Les IMF, y compris Greniers Communs Villageois (GCV), fournissent les emprunts restants. Les autres acteurs du secteur formel tel que les banques, les organisations paysannes et les projets sont peu représentés. Dans ce secteur, les emprunts portent sur des montants moyens de 820 000 Ar sur une durée de 8 mois et un taux d'intérêt moyen de 2,7% par mois.

L'accès au crédit est très mal partagé dans la zone d'étude (Figure 13). Alors que les besoins en investissement sont importants pour toutes les exploitations agricoles et plus

particulièrement pour celles qui sont les moins dotées en facteurs de production. À Madagascar, les agriculteurs familiaux ont besoin d'investir dans les « *intrants, les équipements agricoles, mais aussi l'acquisition de bétail et de terres* » (Ries et Chauviere Le Drian, 2008). On peut s'interroger sur l'adaptation de « *l'offre de services financiers à la nature même des besoins de financement des agriculteurs familiaux qui s'inscrivent dans la logique systémique de l'exploitation agricole* » (Wampfler et al., 2008).

#### 4.2.5 Capital physique

##### ➤ Cheptel bovin

Les animaux d'élevage sont à la fois : (i) **un capital financier**, car ils représentent une bonne part de l'épargne de l'exploitation (en particulier les bovins) et les animaux à cycle court (volailles, porcs) sont souvent utilisés pour assurer la trésorerie ; (ii) et **un capital physique** car les zébus de trait assurent la traction, les animaux produisent de la fumure organique et enfin leur exploitation génère des revenus avec des produits pour l'autoconsommation et/ou le marché.

**Tableau 7 : Répartition des exploitations selon le nombre de zébus de trait**

Nbre de bœufs de trait	% des exploitations	Nbre moyen de bovins	CV
Pas de zébus de trait	53%	0,27	295%
Un seul zébu de trait	2%	2,03	52%
Une paire	35%	3,03	72%
Deux paires	9%	10,01	79%
Trois paires ou plus	1%	12,11	28%
Ensemble	100%	2,25	178%

La possession de bovins est très répandue dans la zone avec 47% des exploitations qui ont au moins un bovin (Tableau 7).

**Source : auteur**

Les communes d'*Ankazomiriotra* et *Vinany* (Tableau 8) sont mieux dotées en bovin que les deux autres communes. Ces différences sont difficiles à expliquer. La proximité de la petite ville d'*Ankazomiriotra*, avec son marché dynamique et la présence de nombreux commerçants, ne semble pas être un élément suffisant.

**Tableau 8 : Moyenne du cheptel par exploitation en nombre et valeur selon les communes**

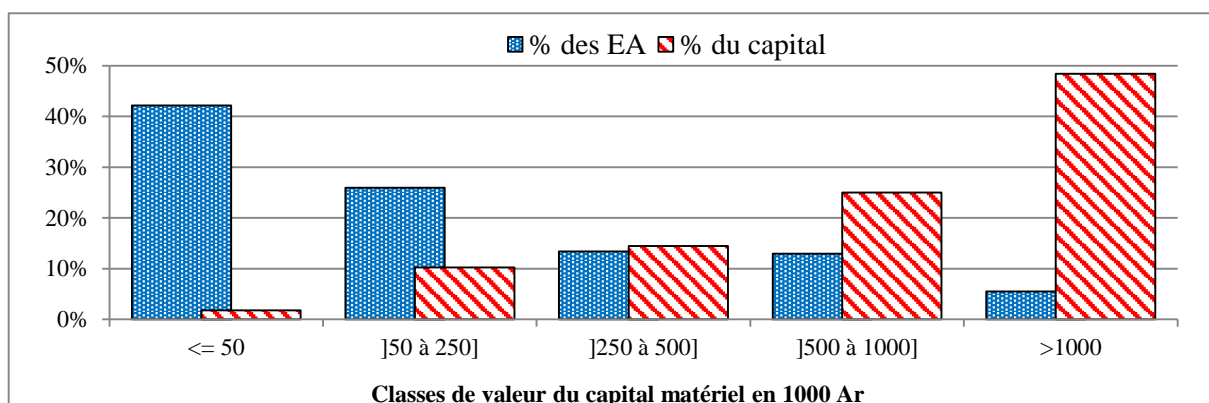
	Ankazomiriotra		Vinany		Fidirana		Inanantonana		Total	
	Moy.	CV	Moy.	CV	Moy.	CV	Moy.	CV	Moy.	CV
Nbre total de bovins	3,14	175%	3,36	113%	1,65	165%	1,37	173%	2,25	178%
Dont bœufs de trait	1,50	97%	1,59	71%	1,08	144%	0,72	160%	1,16	121%

**Source : auteur**

##### ➤ Matériels et équipements agricoles

Les exploitations sont faiblement équipées dans la zone du Moyen-Ouest du *Vakinankaratra* comme dans tous les autres régions de Madagascar (Figure 15).

Pour le matériel, nous avons évalué le capital qu'il représente en déterminant une valeur résiduelle<sup>7</sup>.



**Figure 15 : Répartition des exploitations agricoles et du capital selon des classes de valeur du capital matériel**

**Source : auteur**

Le matériel agricole le plus répandu est de type manuel avec une faible valeur résiduelle de l'ordre de 31 700 Ar par exploitation (CV de 184%). L'équipement en traction animale est également répandu et est valorisé en moyenne à 246 300 Ar par exploitation (CV de 113%). La possession de matériels ou équipements motorisés est rare.

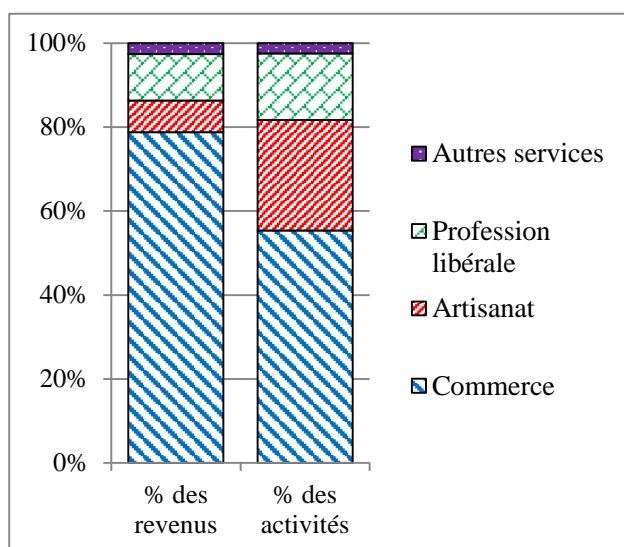
### 4.3 Des activités diversifiées

L'agriculture est l'activité principale pour les ménages ruraux de la zone d'étude. Cette sphère agricole s'imbrique souvent avec différentes formes d'activités non agricoles qui regroupent toutes les activités exercées à titre de travailleur indépendant : activités artisanales (maçon, menuisier, etc.), activités commerciales (vente de beignets, gargote, salle de jeux, épicerie etc.), professions libérales (par exemple infirmier vétérinaire, sage-femme, etc.), et aussi des activités salariées du secteur informel (Figure 16).

Les activités non-agricoles concernent environ une exploitation sur deux avec des contributions très variables aux revenus globaux du ménage. Les activités commerciales sont les plus répandues avec 55% du nombre des activités, mais ce sont aussi celles qui « rapportent » le plus puisqu'elles contribuent à 79% des revenus totaux.

<sup>7</sup> Notre démarche n'est pas comptable, mais vise à déterminer le capital de l'exploitation agricole l'année d'enquête. Un matériel utilisé, même très vieux, ne peut représenter un capital nul, puisqu'il a une valeur sur le marché d'occasion d'une part et d'autre part, si l'exploitant n'en disposait pas il devrait en acheter un équivalent et donc aurait un amortissement. Ainsi, pour le matériel dont l'âge est inférieur à la durée de vie, nous avons déterminé la valeur résiduelle à partir de la valeur d'achat et un calcul d'amortissement classique mais en partant d'une durée de vie estimée par les paysans eux-mêmes (et ainsi beaucoup plus longue que les références que l'on peut trouver couramment dans des manuels de gestion : par exemple, selon les CE, une *angady* a une durée de vie de trois ans, charrue et charrette ont une durée de vie de 25 ans) et sans jamais, tant que le matériel est utilisé, descendre en dessous de 20% de la valeur d'achat. Pour le matériel qui a dépassé la durée d'amortissement et qui est toujours utilisé, nous avons donné une valeur résiduelle équivalente à 20% de la valeur d'achat. Dans le cas, où la valeur d'achat n'était pas disponible, nous avons attribué la valeur résiduelle moyenne de notre échantillon pour le même type de matériel.





**Figure 16 : Composition du revenu moyen des activités non-agricoles**

Source : auteur

Les revenus peuvent également être issus de rentes avec trois origines dans notre échantillon : (i) location ou mise en métayage de terres agricoles ; (ii) location de matériels agricoles ; et (iii) location de biens immobiliers. 10% des exploitations ont une rente foncière agricole de 222 000 Ar en moyenne (CV de 318%) en donnant en location ou en métayage une surface moyenne de 49 ares (CV de 257%). Ces exploitations qui donnent en location ou en métayage n'ont pas un foncier supérieur aux autres, leurs superficies moyennes sont proches de la moyenne de l'ensemble des exploitations.

#### 4.4 Une pauvreté largement répandue

Le revenu moyen global par exploitation (Tableau 9) est de 3,68 millions Ar avec une variabilité qui reste importante (CV de 128%) et une médiane nettement plus faible que la moyenne (2,3 millions Ar).

**Tableau 9 : Composition moyenne du revenu global par exploitation**

N pondéré = 4379 exploitations	Moyenne	CV	Médiane	% Revenu global
Revenu Production végétale	1 562 217	101%	1 066 030	42,4%
Revenu Élevage	730 052	365%	157 964	19,8%
Revenu Autre Agricole	17 184	1144%	0	0,5%
Salaires et prestations agricoles	285 776	128%	128 000	7,8%
Activités non-agricoles et indemnités	839 422	261%	42 000	22,8%
Rentes (agricoles et non-agricoles)	86 839	706%	0	2,4%
Transferts publics et privés	163 270	415%	7 000	4,4%
Revenu Global de l'exploitation	3 684 761	128%	2 335 406	
Revenu Global par UTAF	1 115 958	128%	713 465	
Revenu Global par Personne	704 428	152%	445 533	

Source : auteur

Les activités agricoles sur l'exploitation constituent la plus grande part de ce revenu avec une prépondérance des productions végétales dont le revenu pèse 42,4% du revenu global. Si l'on répercute la composition de la marge des productions végétales dans le revenu global, la contribution des différentes cultures est la suivante : riz de bas-fonds 19,5%, riz pluvial 5,3%, maïs 2,5%, légumineuses 4,8%, tubercules 6,1%, cultures maraichères 4,4%. Le riz de bas fond occupe une place réellement stratégique sachant que la majeure partie du riz sera

autoconsommée. Sa contribution est prépondérante dans le revenu global. Ces taux permettent de relativiser les impacts possibles d'une innovation spécifique à une culture. L'élevage occupe une place conséquente avec près de 20% mais qui reste inférieure aux activités non-agricoles (22,8%).

Ramené au nombre d'actifs dans l'exploitation, le revenu global moyen est de 1,1 million Ar (CV de 128%), ce qui reste inférieur de 26% au SMIG de 2014. Toutefois ce niveau n'est pas négligeable car il faut rappeler que le SMIG est une référence au secteur formel. La productivité du travail des actifs familiaux à l'intérieur des exploitations apparaît plutôt faible mais reste assez proche du SMIG. Par contre, la variabilité reste élevée indiquant des différences importantes entre les exploitations.

Ramené au nombre de personne dans l'exploitation, le revenu moyen global apparaît relativement élevé puisqu'avec 700 000 Ar par personne, il est nettement au-dessus du seuil de pauvreté national actualisé (+17%) et légèrement supérieur au seuil de pauvreté à 1,25 \$ PPA (à parité de pouvoir d'achat) par jour et par personne. Les seuils actualisés permettent d'apprécier le niveau de la pauvreté dans la zone en 2014 (Tableau 10).

**Tableau 10 : Seuils de pauvreté et incidences**

Seuils de pauvreté	% des exploitations sous le seuil	% des personnes sous le seuil
Pauvreté extrême (420 000 Ar/pers/an)	47%	49%
Pauvreté seuil national (600 000 Ar/ pers/an)	68%	71%
Pauvreté à 1,25\$/j (685 000 Ar/ pers/an)	70%	73%
Seuil de 2 \$/j (1 100 000 Ar/ pers /an)	87%	88%

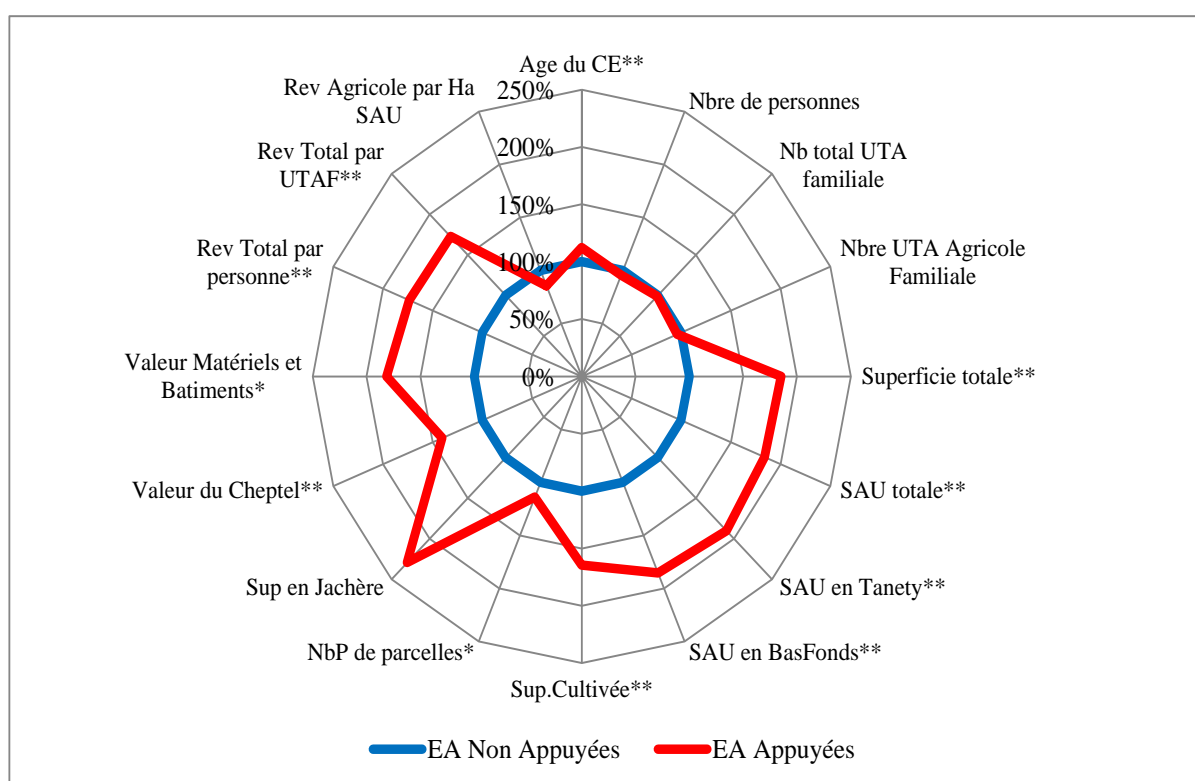
**Source : auteur**

Malgré un niveau de revenu moyen par personne relativement élevé, la variabilité est forte indiquant des performances très différentes entre les exploitations. En final, la pauvreté est importante. 87% sous le seuil des 2 \$ PPP (tableau 10). Ces taux sont cependant encore plus élevés que ceux donnés par l'étude EPM 2010 pour la région du *Vakinankaratra*, puisqu'en 2010 la population sous le seuil national de pauvreté en milieu rural était évaluée à 80,1%, pour cette région.

## 5 L'adoption de l'agriculture de conservation par les exploitations agricoles et leurs moyens d'existence

### 5.1 Caractéristiques des exploitations agricoles appuyées par le projet BVPI

Les informations disponibles permettent de comparer les caractéristiques moyennes des exploitations de chacun des deux groupes<sup>8</sup> : appuyés et non appuyés par le projet (Figure 17).



**Figure 17 : Ecarts en pourcentage entre la moyenne des exploitations appuyées et la moyenne des exploitations non appuyées**

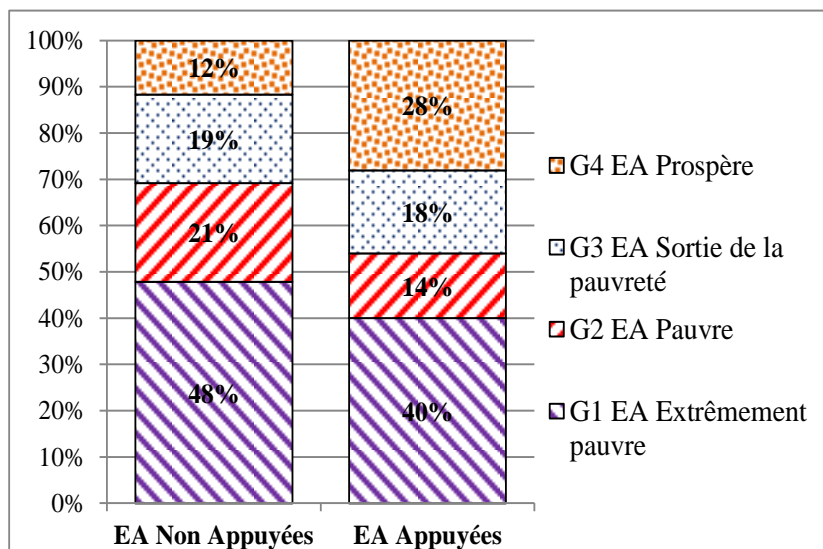
**Note : Données non pondérées moyenne de l'échantillon du groupe des exploitations non appuyées (N=120 exploitations agricoles et moyenne=100%)**

**Les astérisques (\*) à la suite du nom de la variable présentent les résultats du test de Kruskal-Wallis. Pas d'astérisque signifie que les moyennes ne sont pas significativement différentes ; \* les moyennes sont différentes au seuil de 0,05 et \*\* les moyennes sont différentes au seuil de**

La Figure 17 montre que le projet a travaillé avec des exploitations qui sont en moyenne nettement mieux dotées en ressources productives et en particulier en foncier cultivable disponible. Ces exploitations sont également en moyenne plus performantes avec un revenu par personne de 1 million Ar/personne/an qui est nettement au-dessus de la ligne de pauvreté.

<sup>8</sup> Les variables ne suivent pas une distribution normale (gaussienne), on ne peut donc pas utiliser une ANOVA pour comparer les moyennes entre les deux groupes. Nous avons utilisé le test de Kruskal-Wallis ce qui est un test non paramétrique qui permet de déterminer si les échantillons proviennent d'une même population ou si au moins un échantillon provient d'une population différente des autres.

Comme le projet, en commençant ses activités dans les *fokontany* concernés, s'est adressé aux exploitations volontaires sans faire de véritable sélection. On peut émettre l'hypothèse qu'il a attiré une partie des exploitations de plus grande taille et plus capitalisées que l'ensemble des exploitations avec des performances relativement bonnes qui lui permettent certainement de dégager une capacité d'autofinancement après avoir satisfait les dépenses de consommation de la famille.



Après avoir réparti les exploitations dans les deux groupes selon les classes de pauvreté, on en déduit toutefois que les actions du projet ne se sont pas limitées aux grandes exploitations, des exploitations avec moins de ressources productives, plus petites et plus pauvres ont également été touchées (Figure 18).

**Figure 18 : Répartition des exploitations agricoles appuyées et non selon les classes de pauvreté**

**Note :** G1 exploitations agricoles en dessous du seuil d'extrême pauvreté ; G2 entre le seuil d'extrême pauvreté et le seuil de 1,25\$ PPA/jour ; G3 entre les seuils de 1,25\$ PPA/jour et de 2 \$ PPA/jour ; G4 au dessus du seuil de 2,00 \$ PPA/jour.

Source : auteur

## 5.2 Niveau d'adoption de l'agriculture de conservation

Les exploitations de l'échantillon peuvent être classées en trois catégories selon leurs situations vis-à-vis de l'AC (Tableau 11) : Type 1 ou T1, les exploitations qui n'ont jamais pratiqué l'AC ; Type 2 ou T2, les exploitations qui ont déjà pratiqué l'AC mais qui l'ont abandonné par la suite ; Type 3 ou T3, les exploitations qui pratiquent toujours cette technique et qui ont donc adopté l'AC. Pour avoir un aperçu du niveau d'adoption, dix ans après les premières actions de diffusion de l'AC dans le Moyen-Ouest du *Vakinankaratra*, cette classification doit être croisée avec le niveau d'encadrement par le projet. Les données doivent être pondérées pour supprimer la distorsion liée à la constitution de l'échantillon.

Les résultats de l'étude indiquent que 20% des exploitations des huit *fokontany* enquêtés (T2 et T3) ont adopté l'AC. Ce niveau de première adoption est relativement élevé. Toutefois, seulement 2% des exploitations ont maintenu l'adoption de l'AC (T3). Ce faible niveau de

maintien de l'adoption de l'AC (donc de fort niveau d'abandon) est lié au fait que le projet n'a appuyé que 8% de l'ensemble des exploitations. Dans le groupe des exploitations appuyées par le projet, 28% pratiquaient l'AC en 2015, et pouvaient donc être considérées comme des exploitations adoptantes sur le long terme.

**Tableau 11 : Répartition par statut d'adoption de l'agriculture de conservation par les exploitations**

Type d'exploitation selon l'adoption de l'AC	En % du total			En % de la colonne	
	Non Appuyées	Appuyées	Ensemble	Non Appuyées	Appuyées
T1	79%	0%	79%	86%	0%
T2	13%	6%	18%	14%	72%
T3	0%	2%	2%	0%	28%
Ensemble	92%	8%	100%	100%	100%

**Source : auteur**

On constate que parmi les exploitations non appuyées, 14% ont déclaré avoir pratiqué l'AC, puis l'avoir abandonné. Ces exploitations représentent 13% de l'ensemble des exploitations et sont donc plus nombreuses que les exploitations appuyées (seulement 8%). Cependant, toutes les exploitations qui ont expérimenté d'elles-mêmes l'AC, l'ont abandonné. L'enquête n'a pas été conçue pour disposer d'informations sur la manière dont ces exploitations avaient mis en œuvre l'AC sur leurs parcelles. Toutefois, l'abandon systématique, et l'absence d'exploitation qui auraient adopté l'AC sans avoir été appuyées directement par le projet, questionnent sur les possibilités réelles de dissémination de ces techniques sans appuis et accompagnements spécifiques.

## 6 Conclusion

Les objectifs de ce chapitre étaient de décrire l'approche de dissémination de l'AC et de caractériser les moyens d'existence des exploitations agricoles du Moyen-Ouest *du Vakinankaratra*. On déduit de l'étude que la dissémination de l'AC a été marquée par une approche très « top down » dans le cadre de projet de développement. Le niveau de première adoption de l'AC par les exploitations agricoles est élevé mais les exploitations semblent avoir des difficultés à maintenir cette adoption dans le temps. Des éléments de réponse à ce comportement d'adoption sont en lien avec les moyens d'existences des exploitations agricoles qui se caractérisent par une grande diversité et une forte inégalité entre les exploitations. La pauvreté est largement répandue avec environ 70 % des exploitations et des personnes qui sont sous le seuil national de pauvreté. Elle est d'abord liée à la faiblesse des dotations en capital. L'agriculture est l'activité principale pour les ménages ruraux de la zone d'étude. Cette sphère agricole s'imbrique souvent avec différentes formes d'activités non agricoles. La contribution du revenu non-agricole dans le revenu global des ménages est très variable.

## **Chapitre 3 : THE DETERMINANTS OF ADOPTION AND DISADOPTION OF CONSERVATION AGRICULTURE IN WESTERN MADAGASCAR**

### **Abstract**

Conservation agriculture is considered as a promising technology to address land degradation. Conservation agriculture has been promoted in western Madagascar where farmers' livelihoods are jeopardized by soil fertility issues. However, the low adoption rate of conservation agriculture raises the question of its suitability for smallholders. The aim of this study was to assess the determinants of the adoption and disadoption of conservation agriculture using qualitative and econometric analysis. Drawing on primary data collected in 2015, we conclude that conservation agriculture does not match the resource endowments of all farmers in rural areas in Madagascar. Financial, human and natural capital are the main factors explaining the adoption of conservation agriculture by farmers. Our findings show that the availability and the quality of upland areas, the number of years where farmers experienced conservation agriculture and poverty significantly influence the decision to adopt conservation agriculture and subsequently to disadopt it. To tackle the problem of land degradation in this area, it is thus important to tailor conservation agriculture technology to the diversity of farm characteristics. A wide range of conservation agriculture systems is needed to fit the diversity of their assets. Moreover, technical change and innovation of farmers need to be accompanied for a longer period.

Keywords: conservation agriculture; adoption; disadoption; livelihood; heckprobit; Madagascar.

JEL: Q12, O13, D13

### **Highlights**

A high level of CA disadoption followed a high level of initial adoption in western Madagascar.

Poverty hinders initial adoption of CA technology.

Farmers with more experience in CA are less likely to disadopt.

Farmers with more upland areas are more likely to adopt and continue CA over time.

Farmers need to be better accompanied for a longer period in the practice of CA.

## 1 Introduction

Land degradation seriously jeopardizes agricultural sustainability, particularly in sub-Saharan Africa (Drechsel and *al.*, 2001). Land degradation has been defined as “a process that diminishes or destroys the agricultural and forest production capacity of land. It is induced by human activities or can be a natural phenomenon aggravated by the effects of human activities” (Brabant, 2008). Sheet erosion and nutrient depletion are two types of degradation involved in the risk of desertification (Brabant, 2010).

Conservation agriculture (hereafter, CA) is a potentially efficient technology to address land degradation issues (Husson and *al.*, 2008a). CA entails minimal soil disturbance, permanent soil cover and crop rotation or association (FAO, 2015). On-farm experiments show that, compared to conventional systems, CA significantly improves crop yields after three to five seasons (Thierfelder and *al.*, 2013b) and of up to 10 years (Giller and *al.*, 2009). International institutions like the FAO consequently promote research and development related to CA (FAO, 2014). Despite these advantages, the adoption rate of CA is low: farmers appear to be reluctant to adopt such a costly technique and to continue to adopt it over time, specifically in sub-Saharan Africa (Hove and *al.*, 2011; Serpantié, 2009). The factors that influence the adoption of CA thus need analyzing (Andersson and D'Souza, 2014).

In this paper, we focus on the factors underlying farmers' adoption of CA in order to improve the efficiency of the design and implementation of CA programs, and to contribute to scientific debate regarding the relevance of CA in sub-Saharan Africa. We analyze the determinants of adoption and disadoption using the *Sustainable Rural Livelihoods* (hereafter SRL) framework. The SRL framework states that the general economy of the households should be viewed as the operationalization of natural, physical, human, financial and social assets (Ellis, 1998). The aim of this paper is twofold. First, it contributes to existing empirical studies by using the SRL framework to analyze the determinants of the adoption and more particularly on disadoption of CA technology. Few studies have analyzed the determinants of disadoption. Second, this paper enhances knowledge of existing innovation processes and targets further development actions, specifically those designed for western Madagascar. There have been few economic studies on CA in Africa (Pannell and *al.*, 2014b). Those published produced a set of heterogeneous and inconclusive results about the determinants of CA adoption (Knowler and Bradshaw, 2007b), primarily because the factors that influence the adoption of CA are highly context specific.

The rest of the paper is organized as follows. The following section provides an overview of the dissemination of CA in western Madagascar and the SRL framework. Section 3 and 4 present the method used to collect and analyse the data. Section 5 presents and discusses the results of our study. The final section draws some conclusions and points to their policy implications.

## 2 General background

### 2.1 Dissemination of conservation agriculture in western Madagascar

CA was introduced in Madagascar in 1995 and since then has been promoted for use by smallholders in various development projects including the *Bassins-Versants et Périmètres Irrigués* (hereafter BVPI) program, a large-scale national program to improve agricultural production by protecting upland soils and enhancing agricultural techniques in lowland areas. The program was funded by international donors, and implemented by the Malagasy government in different regions in Madagascar.

One of the targeted areas was the district of *Mandoto* in the western part of *Vakinankaratra* region (see map in Figure 8) where the BVPI project took place from October 2006 to January 2013. From the first five years, from 2006 to 2011, BVPI selected six municipalities out of the eight in the district, according to the presence of irrigated areas: *Ankazomiriotra*, *Vinany*, *Inanantonana*, *Fidirana*, *Mandoto* and *Ambohimambola*. From 2011 to 2013, the project reduced the intervention areas and concentrate actions only in *Ankazomiriotra*, *Vinany*, *Inanantonana* and *Fidirana*. The dissemination of CA was one of the components of the BVPI project<sup>99</sup>. It should be noted that in *Ankazomiriotra* and in *Vinany*, the dissemination of CA started before 2005, in the framework of another project.

The predominant system under CA disseminated by BVPI was based on *Stylosanthes guianensis*: (i) the association of *Stylosanthes* as a cover crop and subsistence crops (rice, maize or cassava) in upland areas; (ii) one year of this association of subsistence and cover crops, followed by two or three years of fallow using the cover crop (Husson and *al.*, 2008b). *Stylosanthes* cannot be used as a human food but it can be used as animal fodder. For the farmer, this involves a trade-off in the use of *Stylosanthes* as cover crop or as animal feed in the case of mixed crop-livestock farming systems (Naudin and *al.*, 2015).

Farmer participation in the BVPI intervention was voluntary. The project was implemented in two stages, according to the dissemination approach. During the 1<sup>st</sup> stage (2006 – 2009), beneficiary farmers were provided with: (i) individual technical support concerning the CA set of practices provided by dissemination agents, in a very top-down way, (ii) financial support such as production credits or subsidies for the purchase of fertilizers and for seeds of the required cover crop. To obtain financial support, farmers had to join existing farmer groups or to create new ones. During this period, the project purchased *Stylosanthes* seeds produced by the project beneficiaries, which led to overproduction of *Stylosanthes* seeds.

---

<sup>99</sup> The other development topics of BVPI-SE/HP were farmer organizations, support for the milk sector, rehabilitation of irrigated perimeters and drainage



For this reason, the project changed its dissemination approach in the 2<sup>nd</sup> stage (2009-2013): (i) technical support related to CA was organized in groups. Dissemination agents adapted the support and advice to the socio-economic characteristics of the farmers concerned; (ii) financial support was no longer provided for the purchase of cover crop seeds. Members of the farmer groups received organizational, technical and financial training. The farmer groups were expected to facilitate access to credit through microfinance institutions and to provide services like distribution of inputs (seeds or fertilizers). Unfortunately, most groups were not operational during the lifespan of the project, particularly after 2008 when the price of inputs doubled. Farmer groups as a project activity was abandoned in 2010.

## **2.2 Using the SRL framework to analyse the determinants of the adoption**

Technological innovation is seen as a key determinant for agricultural development, the improvement of rural livelihoods and poverty reduction (FAO, 2014).

Since the seminal works of Bebbington (1999); Chambers and Conway (1992); Ellis (1998); Scoones, (1998), the SRL framework has been widely used by different international organizations and NGOs to understand the structure and functioning of farms, households, as well as other categories. The SRL framework identifies five categories of assets to ensure livelihoods: physical, natural, financial, social and human assets. The individual livelihood assets (here at farmers' level) are influenced by the context and the environment in which the farmers operate. Available livelihood assets enable farmers to implement livelihood activities and strategies, resulting in livelihood outcomes.

When the aim is to promote poverty reduction through technological innovations, the SRL framework can help understand the relationships between the adoption of agricultural technologies and the livelihoods of rural farmers. However, the applicability of this framework to analyze farmers' adoption processes and the impact of the technologies on the livelihood outcomes is subject of debate. Dorward and *al.* (2003); Adato and Meinzen-Dick (2003) and Duncombe (2014) criticized the use of the framework to analyze technological changes for poverty reduction. Other empirical studies have analyzed the links between different elements of the SRL framework and innovations. Hossain and *al.* (2007) linked vulnerability contexts and the adoption of technology. Belay and Bewket (2013) showed that farmers' ownership of livelihood assets influences use of manure for soil fertility replenishment. Hossain and *al.* (2007) analyzed relations between the adoption of technology and livelihood strategies. Duncombe, (2014) analyzed the adoption of technology and livelihood outcomes characterized by yields or poverty. Based on these studies, we can acknowledge that the SRL framework can be used to analyze the adoption of technology by farmers.

### 3 Methodology

#### 3.1 Study area

The western area of Madagascar comprises 12 regions out of a total of 22 between the Central Highlands and the west coast. The average altitude is 1,000 m, and the average rainfall is 1,100 mm per year with a dry period from April to October. The landscape is dominated by uplands that are potentially suitable for rainfed crops. The lowlands are often narrow valley bottoms, which limits expansion of irrigated rice fields.

The study area is located in the western area of the region of *Vakinankaratra*. Data were collected in four municipalities (*Ankazomiriotra*, *Vinany*, *Inanantonana* and *Fidirana*) located in the areas covered by the BVPI project (see figure 8). In each municipality, two *fokontany* (the smallest administrative subdivision in Madagascar, which can be considered as a village) were selected: one near the administrative center of the municipality and the other more remote. Our hypothesis is that farmers located closer to the center were more exposed to the CA dissemination project.

#### 3.2 Data collection

A sample of 240 farmers was randomly selected at the *fokontany* level from two lists: (i) 120 former beneficiaries of the BVPI project, taken from the project database; (ii) 120 farmers selected from the electoral lists (not involved in BVPI activities). Farmers were interviewed face-to-face in February 2015. According to their availability, either the household head and/or her spouse was interviewed.

The unit of analysis used in this paper is the farm or household. The two units fully overlap in Madagascar as smallholders are purely nuclear family based farming systems and both terms are thus used interchangeably throughout the article. The data collected comprised a socio-demographic description of the household, information on productive and non-productive assets, on- and off-farm activities and products, technical and agricultural practices, and the income generated by each activity in the 2013/2014 cropping year.

Qualitative data, including specific questions related to CA adoption and disadoption, were collected in the survey using open questions. The reasons for disadoption by farmers were specifically requested. Among 102 disadopters, 74 accepted to give reasons why they decided to disadopt CA. Farmers' responses were coded and analyzed using Stata 13.

## 4 Data analysis

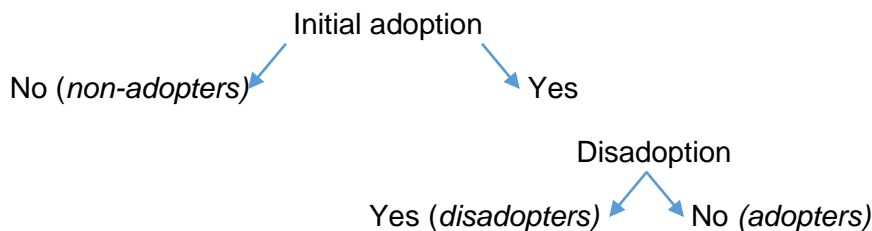
### 4.1 Econometric analysis

The sample was split into two main categories of farmers based on their CA status:

1. *non-adopters*, farmers who never used CA;
2. *initial adopters*, farmers who adopted CA including two other subcategories of farmers:
  - a. *disadopters*, farmers who initially adopted CA but subsequently abandoned it.
  - b. *adopters*, farmers who still practiced CA in the 2013/14 season and had done so for a period of more than three years.

The determinants of CA adoption by farmers were often analysed using Logit and Probit models with a dichotomous choice question (did you adopt the technology or not), or a multinomial choice that estimates the probability of adoption according to a marginal change in an explanatory variable (e.g Nyanga, 2012; Grabowski and *al.*, 2016; Van Hulst and Posthumus, 2016).

Here, we consider the decision to adopt CA (or not) in 2013/2014 (Eq. 1) given that the farmer initially adopted CA (Eq. 2). This decision-making process is described in the following tree decision (Figure 19).



**Figure 19: Decision tree related to the adoption and disadoption of conservation agriculture**

**Source:** author

The disadoption decision only applies to the subsample of farmers who initially adopted CA. Thus, the error terms of the two equations are likely to be correlated. Some unobservable characteristics, captured in the error terms of the adoption decision, influence the error terms of the disadoption decision.

We therefore used a censored probit model estimated in maximum likelihood (Stata command Heckprobit) (Grazzi and Vergara, 2012; Lambrecht and *al.*, 2014; Neill and Lee, 2001; Van den Broeck and *al.*, 2013). The bivariate probit model is an extension of probit estimation that takes into account the correlation of the error terms of the two equations related to both household decisions (Greene, 2012).

From an analytical point of view, the heckprobit model assumes the existence of an underlying relationship, also called latent equation:

$$U^*_{i1} = X_{i1}\beta_1 + \varepsilon_{i1} \quad (1)$$

such that the binary outcome is observed, which is mirrored by a probit equation:

$$U_{i1} = (U^*_{i1} > 0) \quad (2)$$

where  $U^*_{i1}$  is the expected utility associated with CA adoption for the  $i^{th}$  observation.

Here  $U_{i1} = (U^*_{i1} > 0)$  denotes the utility associated with CA initial adoption for the  $i^{th}$  observation. A household is expected to adopt CA if the expected utility from its adoption implies higher returns compared to non-adoption (selection equation).

The dependent variable, however, is not always observed. To capture the relevant effect on the standard probit results, the corresponding selection equation is introduced:

$$X_{i2}\theta_2 + \varepsilon_{i2} > 0$$

$$\text{such that } U_{i2} = X_{i2}\theta_2 + \varepsilon_{i2} > 0 \quad (3)$$

with

$U_{i2}$  utility associated with CA disadoption for the  $i^{th}$  observation (main equation)

$X_{1i}$  and  $X_{2i}$  observed value of explanatory variable  $x$  for the  $i^{th}$  observation

$\beta_1, \theta_2$  sets of coefficients

$\varepsilon \sim N(0,1)$  error terms

$\text{corr}(\varepsilon_1, \varepsilon_2) = \rho$

When  $\rho \neq 0$ , i.e. there is correlation between error terms of main and participation equation, the standard probit model will produce biased results. Instead, the heckprobit procedure is intended to correct for selection bias, and to provide consistent, asymptotically efficient estimates for all the parameters in the model.

In our empirical model, a set of variables standing for some elements of the sustainable rural livelihood framework were chosen as explanatory variables.

## 4.2 Explanatory variables

In their literature review, Knowler and Bradshaw (2007) show that farm and household characteristics influence CA adoption. According to the SRL framework, farm characteristics are seen as the livelihood assets (human, natural, financial, physical and social capital). We selected one or more variables as proxies of each asset or capital. Table 12 shows the expected relationships between the explanatory variables and CA adoption according to the literature

(e.g. Feder and *al.*, 1985; Knowler and Bradshaw, 2007; Belay and Bewket, 2013; Mponela and *al.*, 2016).

*The human capital* characterized by the education level and the number of years of technical supports of the household head is assumed to influence CA adoption as CA is a complex set of techniques (Penot and *al.*, 2015).

Land area is one form of *natural capital*. The empirical literature reports that in many contexts, land area (as a proxy of farm size) and soil quality influence a farmer's decision regarding CA adoption (e.g. Feder and *al.*, 1985; Feder and Umali, 1993; Srisopaporn and *al.*, 2015). In relation with our field surveys, as CA is practiced in upland areas, we assume that the correlation between upland areas and CA adoption is positive. In their livelihood strategies, farmers manage and combine cultivated areas in lowland and upland. It is known that rice yields in irrigated fields in lowland areas are higher and more stable than yields of rainfed rice in upland areas. Farmers thus favour crops in lowland areas as much as possible. We thus assume that an increase of cultivated lowland areas is negatively correlated with the adoption of CA in upland areas. As *natural capital*, the quality of soil reflects the farmers' perception of the status of their soil fertility. Farmers who have a good perception of their soil fertility do not yet have to deal with a major constraint to agricultural production. Consequently, they are less concerned with soil conservation and are less likely to adopt CA than farmers who have a poor perception of their soil fertility.

Ownership of cattle is also a relevant variable for CA adoption. Cattle can be attributed to different assets according to their function in the farm. Plough oxen are considered as *physical capital* as they are used for soil preparation. Cattle are also a form of savings i.e. *financial capital* that can be used for expected traditional annual events, or for unexpected events as in the case of health problems. In this paper, cattle are considered as both *financial capital* (savings) and as *physical capital* (production tool). We hypothesize that farmers who own cattle are less likely to disadopt CA. One reason is that the promoted cover crop *Stylosanthes* can be used as animal fodder. Another is that cattle produce organic manure that is better valorised in CA systems.

Membership of a farmer group is one form of *social capital*. Farmer groups enable their members to share knowledge, receive information on agricultural innovations and transfer know-how (Diagne and Pesche, 1995). We hypothesize that membership of a farmer group positively influences the adoption of CA.

*Financial capital* includes total income per capita and the off-farm income per active worker in the family. These variables are relevant because financial assets are regularly assumed to have a positive impact on the adoption of CA (Knowler and Bradshaw, 2007).

Expenditure or income-based poverty is a standard approach used to measure poverty. This approach defines an income poverty line and divides the population into poor and non-poor. The relation between poverty and the adoption of CA by farmers can be linked to the uncertainty concerning the use of new technologies under the assumption of farmers' risk aversion (Ghadim and *al.*, 2005; Marra and *al.*, 2003). Poorer farmers are generally presented as more risk-averse (C. B. Barrett and *al.*, 2001) and less tolerant to the uncertainty related to CA (Grabowski and *al.*, 2016) than wealthier farmers. A positive correlation between financial assets and the adoption of CA is expected because farmers with high off-farm incomes and non-poor farmers are able to bear the costs of switching to CA practices and are more likely to adopt CA and continue to use it over time.

Data was collected in four municipalities: *Ankazomiriotra*, *Vinany*, *Inanantonana* and *Fidirana*. In each municipality, two *fokontany* were selected, one located near the administrative capital of the municipality and the other farther away. The particular contexts and the tendencies in the municipalities and the *fokontany* where the farmers are located (price of the product, access to credit, etc.) influence the farmers' livelihoods. Unobserved heterogeneity at municipalities and *fokontany* levels may also influence decision making regarding the adoption or disadoption of CA. The municipalities and the *fokontany* are used as an explanatory variable to avoid a potential unobserved heterogeneity bias. In addition, we hypothesize that farmers located near the capital city have better access to information and services, for example, support and advice about CA provided by the dissemination agents. In that case, farmers in the *fokontany* near the administrative capital of the municipality would adopt CA more likely than farmers in distant *Fokontany*.

The expected correlations between the explanatory variables and adoption and disadoption of CA are summarized in Table 12. Variables used for the identification of the censored probit model are in grey.

**Table 12 : Description of explanatory variables and hypothesized relations with adopters of conservation agriculture (with respect to non-adopters).**

Variable descriptions		Unit	Expected results	
			Initial Adoption (1 <sup>st</sup> step)	Disadoption (2 <sup>nd</sup> step)
Context	Located in remote areas	1 if yes	-	
Human capital	Education level of the household head	Year		-
	Number of years of technical support	Year		-
Natural capital	Total upland areas	Hectare	+	-
	Total lowland areas	Hectare	-	+
	Good perception of soil fertility	1 if yes	-	
Physical capital	Ownership of cattle	1 if yes		-
Social capital	Membership of a farmer group	1 if yes		-
Financial capital	Above the national poverty line	1 if yes	+	
	Off farm income per family active worker	Ariary (local currency)		-

Source : author

## 5 Results and discussions

### 5.1 Adoption and disadoption of conservation agriculture in western Madagascar

The extent of CA adoption among farmers was measured by the number of farmers who reported practicing CA in the 2013/2014 season. Table 13 shows the proportion of adoption and disadoption in the study area.

**Table 13 : Adoption/ Disadoption level of conservation agriculture in Western of Vakinankaratra, Madagascar**

Category of farmers	Sample	Non adopters	Adopters	Disadopters		
				Number of observations	During the lifetime of the BVPI project	After completion of the BVPI project
Number of observations	240	106	32	102	27%	73%

Source : author

Disadopters were asked to explain why they disadopted CA (see Table 14).

**Table 14 : Reasons reported for disadopting conservation agriculture in Western of Vakinankaratra, Madagascar**

Reasons for disadoption	Responses	Explanation
Financial reasons	16 of 74	"Lack of financial capital: CA requires a lot of expensive farm inputs " "Mowing the cover crop costs a lot"
Lack of access to cover crop seeds	6 of 74	"The cover crop seeds are expensive"
Lack of fertilizer		"After the project stopped giving subsidies for fertilizer, I disadopted CA practices" "CA requires fertilizers, but fertilizers are expensive"
Increased labor requirements	8 of 74	"Compared to conventional agriculture, CA is labor intensive"
Labor constraints	6 of 74	"Not enough agricultural workers since my wife died" "I'm not strong enough because I'm old"
No increase in yield	11 of 74	"Compared to conventional agriculture, in CA, crop yields are low" "I had a yield loss in the first trial year"
The end of the project	6 of 74	"After project ended, technical support was no longer provided"
Large areas of upland required	6 of 74	"The cover crop fallow requires a lot of upland, I have no fields left to cultivate"
Conflict with another farmer	4 of 74	"Neighbors' cattle grazed the cover crop"
Conflict with the dissemination agent	3 of 74	"Disappointment because the dissemination agent didn't keep his promise" "The dissemination agent did not sell cover crop seeds as expected"
Complicated technology	3 of 74	"CA is too complicated"
Problem of weed infestation not solved	3 of 74	"CA does not overcome weed pressure"
Good soil fertility	3 of 74	"Plot becomes fertile"
Lack of technical support	3 of 74	"Lack of training in CA practices"

Source: author

44% (106 farmers) of farmers have never practiced CA, 42% (102) initially adopted CA and subsequently abandoned it, and 14% (32) were still practicing CA and had done so for more than the three years prior to the present study. Table 13 emphasizes the high level of initial adoption in the whole sample; farmers who tested CA (adopters and disadopters) account for 56% of the sample (134 out of 240 farmers). But, among these farmers, the disadoption rate was 80% (102 out of 134 farmers).

The level of disadoption particularly was high after the completion of the BVPI project (Table 13 and Table 14) obviously because the technical support ended. It shows the very specific link that local farmers have with their technicians, based on confidence and social status, which is are very important social assets in Madagascar. The project thus has a “social weight” in local communities that disappears after a project ends. However, this did not prevent some farmers from having a bad relationship with the dissemination agent, which contributed to their decision to disadopt CA. The results in Table 14 also show that some farmers disadopted CA as soon as they saw that the soil fertility was restored.

Other studies in Madagascar and in other SSA countries found similar results to those listed in Table 14. In Madagascar, (Penot and *al.*, 2015a), underlined the following reasons for CA disadoption: (i) the complexity of the set of CA technology; (ii) the two to three years needed with *Stylosanthes fallow*, which requires a large upland area (with no crop production); (iii) the lack of access to seeds for cover crops, (iv) the end of the project, (v) the amount of labor required to manage the cover crop, or (vi) investment in new equipment such as a roller. A multi-scale analysis in seven countries in sub-Saharan Africa provided by Corbeels and *al.* (2014) pointed out that CA is unlikely to result in a short term increase in yields and farm incomes. In their review conducted in Zimbabwe, Malawi and Zambia, (Andersson and D’Souza, 2014b) argued that the low adoption rates of CA are linked to: (i) weed pressure due to the low biomass of the cover crop; (ii) the additional inputs required (e.g. fertilizer, labor) and (iii) lack of monetary incentives due to the low rewards provided by the technology.

## 5.2 Descriptive statistics

Table 15 shows clear differences in the characteristics of each category of farmers. First, CA adoption and disadoption rates turned out to differ depending on the municipality.

Table 15 also shows that livelihood assets significantly differed between each category of farmers. That alone justifies the adapting CA to the typology of farms. Farmers in the non-adopter category are poorly endowed in capital compared to the two other categories of farmers (disadopters and adopters). The household head for the category of non-adopter are significantly younger and less educated than in the categories of disadopters and adopters. We thus hypothesize that non-adopters have less experience and may find CA technology as more difficult to apply than the two other categories of farmers.



The number of years of technical support for CA also significantly differed between the categories of farmers. In addition, non-adopters had on average less upland and lowland areas than farmers in the two other categories. Only 20% of non-adopters reported belonging to a farmer group, whereas 50% of disadopters and 70% of adopters, respectively, belonged to one. The age and level of education of the household heads in the disadopters group and the adopters group were quite similar.

**Table 15 : Characteristics of the sampled population**

Assets	Variables	Sample (n=240)	Non adopters (n=106)	Disadopters (n=102)	Adopters (n=32)
Municipalities/ Fokontany	Ankazomiriotra	25%	20%	33%	18%
	Vinany	25%	26%	22%	30%
	Fidirana	25%	27%	24%	21%
	Inanantonana	25%	26%	22%	30%
	Located in a remote <i>fokontany</i> (1=yes)	50%	50%	49%	53%
Human capital	Education of the household head (years of schooling)	6 (0.2)	5 <sup>A</sup> (0.27)	7 <sup>B</sup> (0.29)	7 <sup>B</sup> (0.50)
	No schooling	4%	7%	2%	0%
	Primary school	63%	72%	57%	52%
	Junior high school	24%	15%	28%	42%
	Senior high school	8%	7%	11%	6%
	University	1%	0%	2%	0%
	Age of household head (years)	49 (0.8)	46 <sup>A</sup> (1)	52 <sup>B</sup> (1)	52 <sup>B</sup> (1)
	Female household head (1=yes)	8%	7%	10%	3%
	Number of family active workers (unit)	3.5 (0.0)	3.6 <sup>A</sup> (0.1)	3.5 <sup>A</sup> (0.1)	3.1 <sup>A</sup> (0.2)
	Number of years of technical support (year)	1.9 (1.1)	0 <sup>A</sup> (0)	3 <sup>B</sup> (0.2)	5 <sup>C</sup> (0.3)
Natural capital	Total upland areas (ha)	1.5 (0.1)	0.9 <sup>A</sup> (1.1)	1.4 <sup>B</sup> (0.1)	3.7 <sup>C</sup> (0.6)
	Total lowland areas (ha)	0.5 (0.0)	0.4 <sup>A</sup> (0.0)	0.6 <sup>B</sup> (0.0)	1 <sup>C</sup> (1.1)
	Good perception of soil fertility	35%	42%	30%	31%
Physical capital	Cattle (%) (1=yes)	64%	56%	65%	85%
Financial capital	Total per capita income in local currency ( <i>Ariary</i> )	730,000 (50 000)	549,500 <sup>A</sup> (70 000)	750,000 <sup>B</sup> (190 000)	1,200,000 <sup>C</sup> (150 000)
	Below the poverty line US \$1.25 per day	66%	76%	68%	24%
	Off farm per capita income ( <i>Ariary</i> )	475,500 (82 500)	307,200 <sup>A</sup> (26 000)	589,900 <sup>A</sup> (100 00)	668,600 <sup>A</sup> (300 00)
Social capital	Membership of a farmer group (%) (1=yes)	40%	20%	50%	70%

**Note:** Kruskal–Wallis non-parametric equality of mean rank test for continuous variables, standard error of mean in parentheses. Dunn test defined group at the 5% level (Alexis, 2015).

**Source:** author

A   B   C

But there were significant differences in land ownership, membership of a farmer group, and total per capita. Adopters were better endowed and less poor than disadopters. Finally,

adopters were significantly wealthier than farmers in the other categories, with respect to both on-farm and off-farm incomes. Non-adopters were the poorest. To summarize, adopters were, on average, better endowed in livelihoods assets than non-adopters. The category of disadopters were intermediary.

### 5.3 Factors influencing the initial adoption of conservation agriculture

Table 16 presents the determinants of adoption/disadoption of CA. The selection equation reports how a marginal change in the explanatory variable affects the probability of belonging to the initial adoption category (including current adopters and disadopters), rather than to the non-adoption category. The main equation (all non-adopters are censored) estimates the effect of explanatory variables on the probability of belonging to the disadoption category rather than to the category of farmers who continue to use CA.

Municipalities and *fokontany* capture fixed effect. The results in Table 16 emphasize the fact that the number of adopters in the different municipalities and/or *fokontany* approximately was the same. This suggests that the geographical coverage of the BVPI project for the CA dissemination was effective: all the targeted areas of the project were covered, even farmers located in remote area. This invalidates the hypothesis that dissemination agents had difficulty accessing remote areas.

The results confirm the assumption that an increase in owned upland areas affects the adoption of CA. The CA system based on *Stylosanthes* as cover crop is specifically practiced in upland areas and requires two to three years of fallow after harvest of the subsistence crop (e.g. rice or maize). Farmers facing land scarcity reduce the length of the fallow periods on their plots (Jouve, 1991). Only farmers with large upland areas are able to practice the fallow required for the CA system based on *Stylosanthes*.

Regarding the lowland areas, a negative correlation with the CA adoption was expected, whereas the results revealed a positive correlation. The explanation may be that the upland areas are more prone to water erosion (Roose and De Noni, 2004). Thus, the transfer of fertility is most often from upland to lowland areas. As a consequence, rice yields may be higher and more stable over time in lowland areas. These advantages enable farmers with larger lowland areas to be more tolerant to risk and uncertainty. But in any case, the correlation was not significant.

Our results suggest that the availability of upland and/or lowland areas favors the initial adoption of CA. They also confirm that the subjective perception of farmers regarding the quality of soil (low level fertility relatively to high level) had a positive influence on CA adoption. Many studies report similar behavior, including a recent study on local farmers' perceptions of soil fertility in the Lake *Alaotra* region in eastern Madagascar (Ravonjariason and *al.*, 2018). Farmers above the poverty line (US \$1.25 per day) are more likely to adopt CA than farmers

below the poverty line. Grabowsky (2015) reported similar results and argued that poverty hinders the adoption of CA. Wealth indexes produced similar results (Arslan and *al.*, 2014b). Poverty is a constraint to the adoption because the CA system has additional cost requirements compared to the conventional system. The main CA system disseminated in western Madagascar uses *Stylosanthes guianensis* as cover crop. Managing this plant under CA is labor intensive (120 man-days/ha) or requires the purchase of equipment such as a roller (Penot *et al.*, 2015). In addition to the fact that poor farmers are more risk averse and less tolerant to uncertainty, they are also more likely to be cash-constrained than non-poor farmers (Haushofer and Fehr, 2014). Poor and non-poor farmers also differ in their time preferences (Carvalho, 2010). Poor farmers may be more impatient than the non-poor ones, and in CA, some studies have shown that the increase in soil fertility and in yield may take in the long run (Corbeels and *al.*, 2014; Thierfelder and *al.*, 2013, 2015). Qualitative analysis also revealed that the loss in yields with the CA based system compared to conventional system is a key criterion in the decision to disadopt CA.

**Table 16 : Heckprobit model of conservation agriculture disadoption with sample selection**

	INITIAL ADOPTION		DISADOPTION	
	(Adopters and disadopters) vs. non-adopters		Disadopters vs. adopters	
	Marginal effect	Standard error	Marginal effect	Standard error
Inanantonana (reference)				
Ankazomiriotra	0.036	0.083	0.383***	0.097
Vinany	-0,024	0.081	0.142*	0.081
Fidirana	-0.11	0.083	0.179**	0.076
Located in a remote <i>fokontany</i>	0.031	0.051		
Education level of the household head (years)			-0.004	0.009
Number of year getting CA technical support (years)			-0.051***	0.008
Total upland areas (ha)	0.068***	0.023	-0.070***	0.021
Total lowland areas (ha)	0.082	0.052	0.071	0.050
Perceived soil fertility	-0.089*	0.049		
Ownership of cattle			0.013	0.059
Membership of a farmer group			-0.073	0.037
Above the poverty line	0.173***	0.049		
Off farm income per family active worker ( <i>Ariary</i> )			0.000	0.000
Number of observations	240		134 (uncensored obs)	
Athrho	11,666			
Rho	1			
LR test of independence of equations (rho = 0) chi2	12.60			
Prob > chi2	0.0004			

Source: author

#### 5.4 Factors influencing the disadoption of conservation agriculture

The disadoption of CA significantly differed across municipalities. The farmers in the municipalities of *Vinany*, *Ankazomiriotra* and *Fidirana* were more likely to disadopt CA than those in *Inanantonana*, suggesting that the CA disadoption is context specific and differs from one municipality to another. This finding also suggests a possible contagion effect within municipalities regarding the decision to continue or to disadopt CA. But at this stage, our data does not allow us draw more precise conclusions.

One of our starting hypotheses was that a high level of education and a longer learning time are required to continue adopting CA over time. The results (Table 16) invalidate the assumption that education is a key variable for the disadoption of CA. But the results highlighted the fact that the number of years that farmers had experienced CA in past projects had a negative impact on the current decision to disadopt CA: these farmers tended to continue adopting CA. For farmers, incorporating a new agricultural technology in a conventional system requires a long learning process. The technical support and advice provided by dissemination agents during the six years of existence of the BVPI project (and during a similar project prior to BVPI) improved farmers' knowledge, skills and know-how. This kind of learning process can be defined as learning by using (Rosenberg, 1982) in which farmers learn how to use CA, and progressively are able to adapt the technology to their own constraints. CA dissemination actions carried out in the Lake *Alaotra*, areas in Madagascar showed that the adoption process required 7 to 10 years with 3 different stages (learning/experimentation/consolidation) (Penot and *al.*, 2017). Farmers who owned more upland areas were less likely to disadopt CA, whereas the opposite results were obtained for lowland areas. This confirms that CA technology first concerns upland areas.

In this regression, the global income per capita variable was excluded and the off-farm income per family active worker included because these two variables are highly correlated. Table 16 shows that the high level of off-farm income positively influences the probability of CA disadoption. This may be due to the farmers' livelihood strategies that target either off-farm activities (to enhance the consumption-smoothing capacity) or on-farm investment in long-term strategies (to preserve the natural capital).

The membership of a farmer group is a form of social asset described as "*an important livelihood asset for enhancement of sustainability of livelihoods*" (Organization for Economic Cooperation and Development, 2001). In fact, farmer groups hold high quality information (Llewellyn, 2007) and promote an efficient information flow about innovation adoption (Fischer and Qaim, 2012). That is why co-conception of agricultural technologies combining researchers, farmer groups and farmers have recently regained popularity (Vall and *al.*, 2016). Our results show a negative but non-significant influence of membership on the disadoption of CA by farmers perhaps because the development project BVPI did not directly associate farmer groups in the dissemination of CA.

## 6 Conclusion and policy implications

This paper analyses the factors affecting the adoption and the disadoption decisions of farmers with respect to an innovative agricultural technology, conservation agriculture (CA) from the perspective of sustainable rural livelihoods. For our analysis, we used original primary data collected in western Madagascar in 2015.

The results revealed a high level (56% of the whole sample) of CA adoption by farmers in the project at the beginning of the program. We suggest that contrary to what we might think, *a priori*, farmers are interested in technical change. However, among farmers who initially adopted CA, the disadoption rate reached 80% in the following years. Qualitative and econometric analyses identified different reasons for the initial decision to adopt CA and for the subsequent decision to disadopt or to continue CA. Although CA faces challenges and barriers to adoption, actions need to be identified to enhance the effectiveness of CA in addressing land degradation and to accelerate the ecological transition over time.

Our results show that CA does not match the resource endowments of all farmers. The land endowment, particularly of upland areas, significantly influenced the adoption and the disadoption of CA. These results challenge the capacity of such “project based” development actions to reach smallholders, who represent the majority of farmers in Madagascar. To tackle this issue, projects need propose a wide range of CA systems to suit the diversity of farmers and the diversity of their asset holdings. It is also possible to mix CA (partial package) with other agroecological practices at the farm level. Although the education level did not have a significant impact on the adoption of CA, it would also be useful to adapt the dissemination approach and the technology itself to the farmers’ low level of education.

Due to investment costs (e.g. shortfall due to fallows and the need for new equipment), CA is more likely to be adopted by non-poor farmers who can withstand the cost of conversion to this agricultural system and ensure its sustainability. Financial capital was shown to positively affect the farmers’ decision to adopt CA and to continue using it over time.

Our results also point out that the longer the farmers are supported, the more likely they are to continue using CA. Our study precisely can not define the necessary time for the learning process. However, this suggests that technical change and innovation require support over a longer period questions the typical duration of development projects in sub-Saharan Africa. Including farmers in the design of agricultural innovations and in the dissemination through a participatory approach can facilitate the adoption of new technology over time, despite the fact the project must stop at some point during that time. In the absence of a development project, farmers at *fokontany* or at municipality levels can provide technical support.

Finally, this study underlines the fact that farmers who perceive the land to have good soil fertility are less concerned with CA. There is no database with accurate information on the fertility status of the soil and the degree of the land degradation in western Madagascar. An overview of the extent of land degradation and the creation of a database on soil fertility in Madagascar is a precondition for the design of more effective actions for future development projects.

## Chapitre 4 : LA DYNAMIQUE D'ADOPTION DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION DANS LE MOYEN OUEST DU VAKINANKARATRA, MADAGASCAR

### 1 Introduction

L'agriculture de conservation (AC) a été disséminée depuis les années 2000 en Afrique subsaharienne afin de résoudre les problèmes de dégradation du sol (Drechsel et *al.*, 2001) et de donner une alternative durable à l'activité agricole. Toutefois, des contraintes d'adoption apparaissent à l'échelle de l'exploitation (Dugué et *al.*, 2015). Il en résulte un faible niveau d'adoption en Afrique subsaharienne y compris à Madagascar (Hove et *al.*, 2011; Penot et *al.*, 2015a; Serpantié, 2009).

Diverses études se sont focalisées sur l'importance de la relation entre la taille des exploitations, appréciée par la disponibilité foncière, et l'adoption de l'AC (Feder et *al.*, 1985a; Feder and Umali, 1993b; Grabowski et *al.*, 2016b; Mponela et *al.*, 2016b; Namonje-Kapembwa and Chapoto, 2016b; Srisopaporn et *al.*, 2015). Toutefois, la significativité et le sens de cette relation sont controversés (Knowler and Bradshaw, 2007). Finalement, il a été conclu que l'adoption de l'AC est spécifique au type d'AC, aux exploitations agricoles concernées, aux contextes édaphiques et socio-économiques dans lesquels elle a été disséminée. Dans le Moyen Ouest du *Vakinankaratra*, la disponibilité foncière, notamment sur les collines (*tanety*), influence positivement et de façon significative la décision d'adoption de l'AC à base de stylosanthes<sup>10</sup> (chapitre 3). Seules les exploitations mieux dotées en terre peuvent pratiquer la jachère (le plus souvent sur une année voire plus rarement deux) que requiert ce type d'AC.

Le présent chapitre poursuit l'étude menée dans le précédent chapitre qui consistait à analyser les déterminants de l'adoption de l'AC en utilisant des données primaires de l'année 2015 et le cadre « *Sustainable Rural Livelihoods* <sup>11</sup> » (SRL) comme grille d'analyse. L'objectif est d'aller au-delà de l'analyse statique (2015) et d'étudier les dynamiques d'adoption de l'AC dans cette région de Madagascar sur une période de 10 ans. Compte tenu de l'importance de l'influence de la disponibilité foncière sur l'adoption de l'AC dans la zone d'étude (chapitre 3), la relation entre la dynamique d'adoption de l'AC et l'évolution de la disponibilité foncière sera également analysée. Ce chapitre est organisé en 6 sections : la section 2 présente les données et les méthodes d'analyse utilisées ; la section 3 analyse et discute les résultats sur la dynamique d'adoption de l'AC et l'évolution du foncier. La section 4 présente les limites et les difficultés rencontrées dans la réalisation de l'étude. Enfin, la section 5 conclut l'étude.

---

<sup>10</sup> Le système AC à base de stylosantes est détaillé dans le chapitre 2

<sup>11</sup> Le cadre SRL est détaillé dans le chapitre 1

## 2 Matériels et méthodes

La zone d'étude correspond aux quatre communes rurales où le projet BVPI SE/HP <sup>12</sup> est intervenu de 2006 à 2012 : *Ankazomiriotra*, *Vinany*, *Inanantonana* et *Fidirana*. Les données utilisées proviennent de deux enquêtes spécifiques de l'auteur dans ces mêmes communes.

### 2.1 Collectes de données primaires en 2015 et en 2017

Une première enquête a été réalisée en 2015 auprès de 240 exploitations agricoles, dont la moitié a été tirée au sort dans la liste des bénéficiaires directs du projet, et l'autre moitié dans la liste des non bénéficiaires fournie par le chef de *fokontany* (village) <sup>13</sup>. L'analyse des données collectées a permis de classer les exploitations en trois catégories selon le niveau de pratique de l'AC en 2015 : (i) les exploitations qui n'ont jamais utilisé la technique, que nous appelons les non-adoptantes. Cette catégorie concerne les exploitants informés sur la technique et qui ont fait le choix de ne pas adopter ; (ii) les exploitations anciennes-adoptantes qui ont adopté puis abandonné la technique ; (iii) et les exploitations adoptantes qui appliquaient toujours la technique en 2015.

Pour aller au-delà de cette analyse statique préliminaire, une enquête complémentaire sous forme d'entretiens semi-directifs a été réalisée en 2017 auprès de 70 exploitations soit 30% de l'échantillon de 2015 (cf Tableau 17) afin d'étudier la dynamique d'adoption de l'AC. La méthode d'échantillonnage est basée sur les différentes catégories d'exploitation identifiées lors de la première enquête en 2015, avec un tirage aléatoire au sein de chaque catégorie. La taille de l'échantillon est un compromis entre, d'une part, l'objectif de disposer d'un nombre significatif d'exploitations de chaque catégorie (identifiée à partir de l'enquête 2015) et d'autre part des moyens disponibles pour réaliser les travaux. L'étude a privilégié la qualité des informations sur la dynamique du comportements d'adoption de l'AC. Le chef d'exploitation et/ou sa (son) conjoint (e) ont été enquêtés selon leur disponibilité au moment de l'enquête.

**Tableau 17 : Exploitations enquêtées en 2015 et en 2017 selon les catégories**

Profil d'adoption de l'AC	Non-Adoptantes	Anciennes-adoptantes	Adoptantes	Total
Nombre observations en 2015	106	102	32	240
Nombre observations en 2017	20	24	26	70

**Source : auteur**

Un guide d'entretien avec des questions de type « questions ouvertes » a été utilisé pour renseigner sur les raisons qui ont motivé les exploitants à adopter l'AC pour la première fois, les raisons de l'abandon éventuel et les solutions proposées par les exploitations pour

<sup>12</sup> Le projet BVPI est détaillé dans le chapitre 2

<sup>13</sup> La méthode d'échantillonnage des 240 exploitations enquêtées en 2015 est détaillée dans le chapitre 2

résoudre les problèmes liés à l'adoption (cf annexe 6). Les questions étant ouvertes, les réponses multiples ont été nombreuses. Aucune liste prédéfinie de réponses potentielles n'a été utilisée et c'est après la collecte des données que ces réponses ont été traduites en modalités, en fonction de notre connaissance du terrain. Le cadre SRL et ses différentes composantes ont ensuite été utilisés comme grille d'analyse pour regrouper les réponses. Après analyse des données, on retrouve bien toutes les raisons d'abandon mentionnées par les 240 exploitations dans le chapitre 3 ; ce qui est rassurant concernant le tirage aléatoire des 70 exploitations parmi les 240 pour mener une analyse pertinente.

## 2.2 Analyse des données

Pour analyser la dynamique d'adoption de l'AC, celle-ci a été organisée de manière chronologique en distinguant deux périodes. La première correspond à la période d'intervention du projet, qui va de 2006 à 2012. La seconde couvre la période de l'après-projet de 2013 à 2017, avec des processus d'innovation liés aux seules motivations paysannes (en conditions « hors projet »).

L'évolution du foncier est également analysée par période afin de mettre en évidence l'influence de la disponibilité foncière sur l'adoption de l'AC. Pour cette variable, les périodes d'analyse coïncident avec les périodes d'existence ou non du projet BVPI : (i) dix ans avant le début du projet en 2006 (1995 à 2006) ; (ii) durant la période d'existence du projet allant de 2006 à 2012 ; (iii) durant la période de l'après-projet allant de 2013 à 2017. Les années de démarrage des exploitations (année d'installation du chef d'exploitation actuel), d'acquisition des terres et d'adoption de l'AC varient d'une exploitation à une autre. C'est pourquoi, il a été fixé par convention que l'évolution du foncier serait analysée à partir de l'année 1995, soit onze ans avant la première diffusion de l'AC par le projet BVPI. Ce délai de onze années permet de caractériser la disponibilité foncière avant l'adoption, les exploitations les plus jeunes étant alors hors du champ d'analyse. L'évolution du foncier en propriété des 70 exploitations a été retracée à partir des données de 2015 selon trois modes d'acquisition: héritage, achat ou autres (appropriation des terres *par l'angady*<sup>14</sup> (bêche) ou don). Le choix de prendre en compte uniquement les terres en propriété s'appuie sur les résultats des études empiriques menées dans différents pays d'Afrique subsaharienne, qui ont montré que la propriété foncière encourage l'adoption de techniques de conservation du sol (Abdulai et *al.*, 2011; Gebremedhin, 2003; Lynne et *al.*, 1988; Oostendorp and Zaal, 2012). Les enquêtes préalables ont aussi montré que les exploitants avec des terres en métayage ou en fermage n'étaient pas intéressés par l'AC sur ce type de parcelle puisque l'exploitation sur le long terme n'était pas acquise (chapitre 3).

---

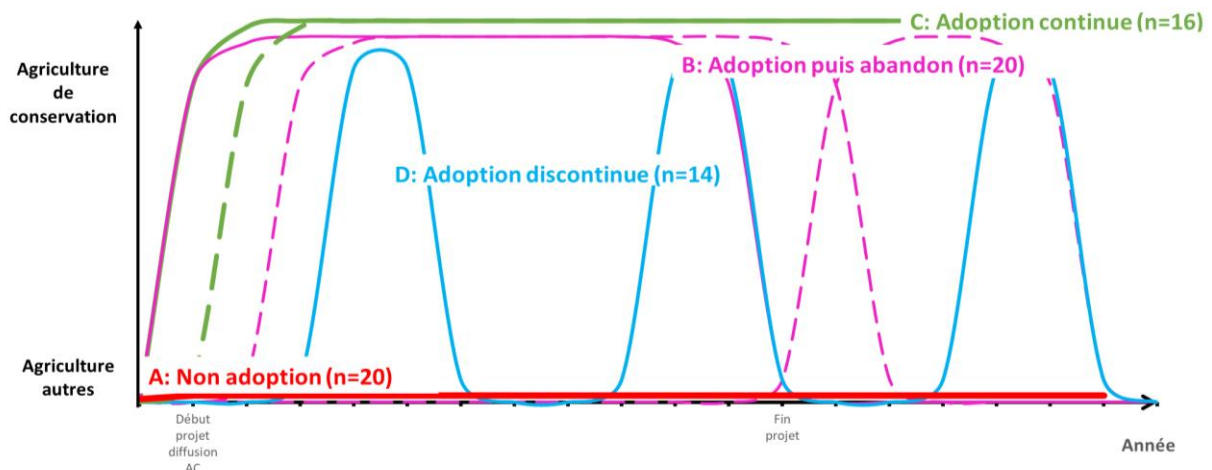
<sup>14</sup> L'Appropriation par l'*angady* (bêche) est un droit d'usage classique des terres conférant à celui qui met en culture la terre la possibilité d'user de ce droit d'usage permanent tant qu'il la cultive.



### 3 Résultats et discussions

#### 3.1 Description de la dynamique d'adoption de l'agriculture de conservation

Les 70 exploitations enquêtées ont suivi des trajectoires différentes d'adoption de l'AC du début du projet en 2006 jusqu'en 2017. Les quatre trajectoires principales sont présentées de manière illustrative dans la Figure 20 avec des lettres (A à D).



**Figure 20 : Schéma du comportement d'adoption de l'agriculture de conservation par les exploitations après le début du projet BVPI dans le Moyen Ouest du Vakinankaratra.**

**Source : auteur**

Les exploitations n'adoptent pas toutes en même temps une nouvelle technologie (Rogers, 2003). Ce qui est également valable pour l'abandon d'une technologie. C'est pourquoi, on retrouve un décalage de l'adoption ou de l'abandon de l'AC dans le temps pour chaque dynamique d'adoption, ce qui est retranscrit par les lignes en pointillées dans la Figure 20.

➤ **Type A : N'ont jamais adopté l'AC**

Les 20 exploitations de ce type A n'ont jamais pratiqué l'AC. Elles n'ont pas été bénéficiaires de l'appui du projet car elles ne se sont pas portées volontaires. Rogers (2003) qualifie ce type de comportement de « rejet passif ». Elles ne sont donc pas dans une dynamique de changement technique.

➤ **Type B : Adoption puis abandon de l'AC**

Le type B se caractérise par une phase d'adoption, d'un an pour certaines exploitations et pouvant atteindre 8 ans pour d'autres, suivie d'une phase d'abandon de l'AC sans aucune reprise en 2017. Rogers (2003) qualifie ce type de comportement de « rejet actif » à l'inverse du « rejet passif » du type A. Il concerne 20 exploitations agricoles dont certaines ont pu bénéficier des conseils et des appuis techniques rapprochés de la part des techniciens vulgarisateurs pendant toute la période du projet. D'autres ont commencé après le projet et n'ont donc pas bénéficié de cet appui.

➤ Type C : Adoption continue de l'AC

Le type C est caractérisé par une adoption continue de l'AC sans aucune rupture. Les 16 exploitations de ce type ont bénéficié des conseils et des appuis des techniciens vulgarisateurs du projet entre 2006 et 2012. Elles utilisent toujours cette technique même après l'arrêt du projet.

➤ Type D : Adoption discontinue de l'AC

Le type D se caractérise par une succession de phases d'adoption, d'abandon puis de reprise de l'AC. 14 exploitations, toutes bénéficiaires des appuis/conseils dans le cadre du projet BVPI, sont concernées par cette trajectoire.

Les exploitations du type D n'avaient pas été repérées dans les chapitres 2 et 3 basés sur une approche statique de l'adoption. Elles étaient partagées entre les exploitations qui pratiquaient l'AC en 2015, donc considérées comme adoptantes et celles qui ne pratiquaient pas en 2015, considérées comme anciennes-adoptantes ayant abandonné.

### **3.2 Caractéristiques et performances des exploitations selon leur dynamique d'adoption de l'agriculture de conservation**

Le Tableau 18 présente les caractéristiques et les performances moyennes, en termes de revenu, des exploitations pour chaque dynamique d'adoption de l'AC pour l'année 2015. L'objectif de cette section est surtout de mieux caractériser les exploitations du type D, qui n'ont pas encore été repérées dans les chapitres précédents.

Le nombre d'actifs et le niveau d'éducation du chef d'exploitation et de son (sa) conjoint (e) sont en moyenne semblables statistiquement pour les exploitations dans des dynamiques différentes d'adoption de l'AC. Ceci suggère que la disponibilité en main d'œuvre familiale et le niveau d'éducation n'influencent pas la décision d'adoption de l'AC. Le nombre d'années d'encadrement par les techniciens de vulgarisation est nettement plus faible pour les non-adoptants (type A) mais ne diffère pas pour les autres types entre eux ; ce qui est logique parce que les non-adoptants n'ont pas été appuyés par les techniciens alors que les autres l'ont été durant la période du projet.

**Tableau 18 : Principales caractéristiques et performances des exploitations selon la trajectoire d'adoption de l'agriculture de conservation**

Type de trajectoire	Non adoption		Adoption puis abandon		Adoption continue		Adoption discontinue	
	Type A	CV	Type B	CV	Type C	CV	Type D	CV
Nombre des actifs	3,67 <sup>A</sup>	41%	3,3 <sup>A</sup>	32%	3,4 <sup>A</sup>	40%	3,3 <sup>A</sup>	46%
Age du chef d'exploitation (CE) (ans)	45 <sup>A</sup>	21%	50 <sup>AB</sup>	18%	51 <sup>AB</sup>	22%	56 <sup>B</sup>	20%
Niveau d'éducation du CE (ans)	6 <sup>A</sup>	63%	6 <sup>A</sup>	47%	7 <sup>A</sup>	39%	7 <sup>A</sup>	46%
Niveau d'éducation du conjoint du CE	5 <sup>A</sup>	60%	5 <sup>A</sup>	38%	5 <sup>A</sup>	35%	7 <sup>A</sup>	53%
Nombre d'années d'encadrement	0 <sup>A</sup>		4 <sup>B</sup>	86%	6 <sup>B</sup>	31%	3 <sup>B</sup>	64%
Superficie Agricole Utile ou SAU (ha)	2,05 <sup>A</sup>	75%	2,89 <sup>A</sup>	81%	7,03 <sup>B</sup>	62%	4,08 <sup>AB</sup>	72%
SAU sur bas-fonds (ha)	0,69 <sup>A</sup>	127%	0,76 <sup>A</sup>	71%	1,32 <sup>A</sup>	81%	1,01 <sup>A</sup>	96%
SAU sur <i>tanety</i> (ha)	1,22 <sup>A</sup>	82%	1,99 <sup>AB</sup>	97%	5,48 <sup>C</sup>	68%	2,9 <sup>BC</sup>	81%
Valeur du cheptel bovin (1000 Ar)	1 004 <sup>A</sup>	93%	1 716 <sup>AB</sup>	75%	2 842 <sup>B</sup>	76%	2 009 <sup>AB</sup>	86%
Revenu agricole (1000 Ar)	1 990 <sup>A</sup>	94%	2 027 <sup>A</sup>	93%	5 121 <sup>B</sup>	65%	2 671 <sup>AB</sup>	81%
Revenu agricole / SAU (1000 Ar.ha <sup>-1</sup> )	1 000 <sup>A</sup>	52%	700 <sup>A</sup>	72%	800 <sup>A</sup>	53%	800 <sup>A</sup>	85%
Revenu non-agricole (1000 Ar)	770 <sup>A</sup>	79%	1 285 <sup>A</sup>	216%	1 651 <sup>A</sup>	124%	1 922 <sup>A</sup>	116%
Valeur des rentes foncières (1000 Ar)	0,28 <sup>A</sup>	447%	1,5 <sup>A</sup>	447%	18 <sup>A</sup>	274%	337 <sup>A</sup>	334%
Revenu global (1000 Ar)	2 760 <sup>A</sup>	70%	3 312 <sup>A</sup>	117%	6 772 <sup>B</sup>	70%	4 594 <sup>AB</sup>	62%
Nombre des observations	20		20		16		14	

**Note : Test non-paramétrique de comparaison des moyennes Kruskal–Wallis. Le test de Dunn (Alexis, 2015) définit le groupe et les lettres différentes indiquent une différence significative au seuil de signification de 5%.**

**Source : auteur**

Les chefs d'exploitations du type A (non adoption de l'AC) sont plus jeunes que ceux du type D (adoption discontinue). Les méta-analyses montrent que la relation entre l'âge du chef d'exploitation et l'adoption de techniques de conservation du sol peut être positive ou négative (Pannell et al., 2006). La relation négative est souvent expliquée par l'hypothèse que les chefs de famille jeunes s'impliquent plus dans les mesures de protection du sol que les plus âgés du fait que les bienfaits attendus de ces pratiques ne sont appréciables que sur le long terme. Alors que les chefs âgés auraient un horizon de planification plus court (Abdulai and Huffman, 2005; Namonje-Kapembwa and Chapoto, 2016a). Nos résultats vont, au contraire, dans le sens de la corrélation positive entre l'âge et l'adoption d'une innovation agricole. L'hypothèse est que les exploitants âgés sont mieux placés pour adopter des techniques innovantes car ils ont des avantages relatifs comparés aux jeunes exploitants en termes d'accumulation de capital, de nombre d'années de contacts avec les agents de vulgarisation, d'accès aux crédits. Par ailleurs les chefs d'exploitation âgés pensent à l'installation de leurs enfants ce qui leur donne également un horizon de planification à plus long terme.

Le Tableau 18 présente, entre autres, les performances économiques des exploitations évaluées par le revenu global et par le revenu agricole par unité de surface agricole utile (SAU).

Les exploitations non-adoptantes du type A, ont un revenu agricole<sup>15</sup> par hectare de SAU plus élevé que les autres. Ces exploitations ont donc la meilleure productivité économique, mais ce sont aussi celles avec « le moins de terres disponibles et le plus d'actifs. En intensifiant le travail avec essentiellement l'utilisation de la main d'œuvre familiale, leurs charges sont moindres avec en conséquence une marge brute plus élevée à l'hectare. Par ailleurs, comme le foncier disponible est faible, elles dépendent fortement de la production de l'année qui est largement autoconsommée pour leur sécurité alimentaire. Dorward et *al.* (2009) catégorisent trois types de stratégies de moyens d'existence : stratégie de survie, stratégie de diversification et stratégie d'intensification. Les exploitations du type A semblent mettre en œuvre une stratégie de survie. C'est peut-être la raison pour laquelle ces exploitations ne se sont jamais lancées dans une véritable dynamique d'adoption de l'AC. Les pratiques agricoles non-AC telles qu'elles sont mises en œuvre par ces exploitations actuellement sont déjà performantes par rapport à l'AC. Elles préfèrent ne pas prendre de risque avec une nouvelle technique dont les résultats sont encore incertains et sont décalés dans le temps, comme illustré avec le système d'AC à base de stylosanthes où la mise en culture du riz (aliment de base de la population malagasy) ne peut se faire qu'une fois tous les deux ans.

Les exploitations adoptantes de type C (adoption continue) ont un revenu total significativement supérieur aux autres. Cette différence est liée principalement aux activités agricoles, qui sont en lien avec les inégalités en termes de dotations foncières et de cheptel. La différence est très peu liée aux activités non agricoles qui regroupent : (i) toutes les activités exercées à titre de travailleur indépendant : activités artisanales (maçon, menuisier, etc.), activités commerciales (vente de beignets, gargote, salle de jeux, épicerie etc.), professions libérales (infirmier, vétérinaire, sage-femme, etc.), et aussi des activités dans le secteur informel ; (ii) ainsi que les autres revenus de rente ou de transfert et (iii) enfin les salariats et les prestations de services agricoles.

Bien que la différence entre les types ne soit pas significative du point de vue statistique et que les coefficients de variation soient élevés en termes de revenu non agricole, il est à souligner que les exploitations pratiquant une adoption discontinue (type D) en ont plus que les autres. Pour ce type D, le revenu non agricole est surtout généré par les rentes foncières. Pour affiner l'analyse sur le comportement d'adoption des exploitations du type D, le revenu non agricole de chacune des 14 exploitations du type D a été croisé avec leur SAU. Les résultats et leurs interprétations sont récapitulés dans le Tableau 19.

---

<sup>15</sup> Le revenu agricole sur l'exploitation est composé des revenus des productions végétales (cultures annuelles et cultures pérennes), de l'élevage et des autres activités agricoles (pépinières et transformation de produits agricoles). Pour chaque activité seront calculées : la marge brute puis la marge nette par différence entre les produits (y compris les produits qui seront autoconsommés par la famille) et toutes les charges (opérationnelles et de structure). Les charges payées en nature, les coûts liés à l'entraide ou au troc (travail contre prestation) et tous les échanges non monétaires ont été évalués et sont utilisés pour la détermination du revenu.

**Tableau 19 : Interprétation du comportement d'adoption discontinue en fonction de la SAU disponible et du revenu non agricole des exploitations du type D**

Cas	Nb obs	SAU	Revenu non agricole		Interprétation de la discontinuité de l'adoption
			Valeur	Type	
1er cas	6	<3ha	<3.106 Ariary	Commerce, profession libérale, transfert	Ces exploitations sont peu dotées en foncier. Les revenus non agricoles ne sont pas assez élevés pour couvrir les risques liés à l'adoption de la technique. Sous la pression des problèmes de dégradation du sol, elles adoptent l'AC de façon discontinue. La technique initialement proposée par les techniciens vulgarisateurs est sans doute modifiée au cas par cas à la parcelle pour s'adapter à la logique de production des exploitations.
2nd cas	4	[3ha; 5ha[	<1.106 Ariary	Commerce, profession libérale, transfert	Ces exploitations sont mieux dotées en terres que le premier cas. La main-d'œuvre familiale disponible se consacre aux activités agricoles. Elles adoptent l'AC parce que leurs moyens d'existence sont plus dépendants de l'agriculture. Mais ceci de façon discontinue parce que le revenu non agricole n'est pas assez élevé pour couvrir les risques liés à l'adoption de la technique.
3ème cas	4	>3ha	>3.106 Ariary	Commerce, salariat non-agricole et rente foncière	Ces exploitations adoptent l'AC de façon discontinue parce qu'elles consacrent plus de temps aux activités non-agricoles. Les risques liés à l'adoption de l'innovation pourraient être « assurés » par les revenus issus des activités non-agricoles dont les rentes foncières. Ce cas de figure concerne de « grands propriétaires terriens » (avec plus de 5 ha de SAU) qui mettent une partie de leurs terres en location et/ou métayage ce qui pourrait potentiellement expliquer la discontinuité de l'adoption de l'AC.

**Source : auteur**

Cette section a permis de mieux décrire les exploitations selon leur dynamique d'adoption de l'AC. Elle a également permis d'apporter quelques éléments explicatifs à la pratique discontinue de l'AC notamment pour les exploitations du type D. Dans la section suivante, l'analyse porte sur les raisons de première adoption, les raisons d'abandon éventuel et les solutions d'adaptation qui façonnent les différentes trajectoires d'adoption de l'AC.

### 3.3 Raisons évoquées pour la première adoption de l'agriculture de conservation

Les exploitants ont été interrogés sur les raisons qui ont motivé la première adoption de l'AC à l'exception de ceux du type A (non-adoption de l'AC). Les douze raisons principales évoquées ont été mises en lien avec trois composantes du cadre SRL : les organisations et institutions, l'amélioration des capitaux et l'amélioration des moyens d'existence (cf Tableau 20, Tableau 21, Tableau 22). Les exploitations pouvaient donner plusieurs réponses et les résultats ci-dessous sont présentés en pourcentage des exploitations qui ont mentionné la raison concernée. Ces raisons sont analysées par ordre d'importance avec les plus citées en premier. Les déclarations des exploitants sont transcrites en italique entre guillemets.

### 3.3.1 Raisons d'adoption de l'agriculture de conservation en lien avec les résultats des moyens d'existence

Les raisons en lien avec l'amélioration des performances sont les plus citées par les exploitants soit 76 % des raisons. Les déclarations se résument d'une part à une augmentation de la production agricole et d'autre part à la diminution des charges (Tableau 20).

**Tableau 20 : Les raisons de première adoption de l'agriculture de conservation en lien avec les résultats attendus (des moyens d'existence)**

Résultats économiques	Raisons de première adoption	% des exploitations dans le type B, C et D
Amélioration de la production agricole	« Améliorer la fertilité du sol »	58%
	« Augmenter la production agricole »	22%
	« Lutter contre le striga »	18%
	« Lutter contre l'érosion du sol »	18%
	« Bénéficier des intrants préfinancés par le projet »	6%
	« Retenir mieux l'eau du sol »	2%
Diminution des charges de production	« Diminuer le temps de travail »	10%
	« Diminuer les engrais à utiliser »	4%
Nombre observations		50

**Source : auteur**

- La majorité des exploitations ont adopté l'AC pour la première fois pour « *augmenter la production agricole* ». 22% des exploitations le déclarent de manière directe. Tandis que d'autres exploitations y font référence de manière indirecte en mentionnant vouloir « *améliorer la fertilité du sol* » (58 %), « *lutter contre le striga* » (18%), « *lutter contre l'érosion du sol* » (18%) ou encore « *retenir l'eau dans le sol* » (2%). On peut considérer alors que la dégradation des sols est un évènement déclenchant ou « *trigger event* » (Sutherland et al., 2012) de la première adoption de l'AC. Ces résultats confirment que les exploitations agricoles dans le Moyen Ouest du *Vakinankaratra* sont bien dans un contexte de dégradation de la fertilité du sol et que les exploitants en ont conscience. En comparaison, les mêmes raisons ont motivé la plupart des exploitations dans d'autres pays d'Afrique subsaharienne à adopter l'AC (Andersson and D'Souza, 2014a; Grabowski et al., 2016b). Ces problèmes de dégradation du sol ont amené les projets à diffuser l'AC à Madagascar comme dans d'autres pays d'Afrique.

Dans le contexte du Moyen Ouest du *Vakinankaratra*, l'appréciation de la dégradation du sol n'a pas été validée de façon objective par des analyses de sol. Le diagnostic repose sur la présence de plantes bio-indicatrices (Ducarf, 2014) qui permettent, par contre, d'apprécier le niveau de fertilité. Le *Striga asiatica*, qui est une plante parasite dont les plantes hôtes sont les céréales (riz et maïs) (Gebisa and Jonathan, 2007), est un bon indicateur du faible niveau de fertilité du sol. En cas de forte infestation de striga, la production rizicole peut être réduite de 35 à 80% (Rodenburg et al., 2016). Différentes études réalisées dans la zone d'étude ont montré que l'AC utilisant le stylosanthes comme plante de couverture réduit les effets néfastes du striga sur les céréales (Michellon et al., 2011; Randrianjafizanaka et al., 2018). Ce qui explique les réponses données par certaines exploitations concernant le striga car l'adoption de l'AC dans ce cas permet la

réintroduction des céréales dans les rotations de culture. Dès lors, les producteurs ont une appréciation assez précise de la fertilité de leurs sols.

« *Bénéficiaire des intrants préfinancés par le projet* » a également motivé 6% des exploitations enquêtées à adopter l'AC. L'augmentation des rendements en AC avec une intensification en engrais minéraux a marqué les deux premières années du projet. Le projet a ainsi facilité l'accès au crédit pour que les exploitants puissent acquérir ces intrants. Les incitations techniques ou économiques fournies par les projets pour l'adoption de l'AC sont en fait des traits caractéristiques de la dissémination de l'AC en Afrique subsaharienne (Andersson and D'Souza, 2014a; Arslan et al., 2014a; Twomlow et al., 2008). Dans la majorité des cas, les exploitations agricoles cèdent facilement à des incitations de ce type tant que le projet existe. Elles ont même été critiquées comme étant des sources de biais dans l'estimation du niveau d'adoption parce que les projets ont fait en sorte que les exploitations adoptent l'AC par le biais de différentes incitations et non parce qu'elles ont décidé de leurs propres grés (Brown et al., 2017b). Quelques exploitations (4%) ont également mentionné avoir adopté l'AC pour « *diminuer les engrais à utiliser* », ce qui rejoint la précédente raison. Toutefois celle-ci peut être interprétée sous un autre angle et mise en relation avec les capacités de l'AC à améliorer progressivement la fertilité du sol ou encore avec les contraintes de trésorerie pour diminuer, ou plutôt substituer, les engrais (organique et/ou minéraux) par l'AC.

Ces raisons montrent l'intérêt des exploitants sur l'utilisation d'engrais organique et/ou minéraux. Cependant dans notre cas d'étude, le faible pourcentage pour le premier peut être interprété soit : (i) par le fait que ces intrants ne sont pas donnés à titre gratuit mais devront être remboursés à la récolte ; (ii) comme une forme de « retenue » de la part des chefs d'exploitation qui ne veulent pas paraître comme « opportunistes », (iii) comme une forme de désintérêt vis-à-vis des intrants essentiellement chimiques pouvant être liée à la perception paysanne statuant que l'utilisation des engrais chimiques fait « *durcir le sol et rend difficile la préparation du sol* ». Et le faible pourcentage pour le second laisse penser que les exploitations ne sont pas encore vraiment convaincues que l'AC puisse se substituer aux engrais organiques.

- D'autres exploitations ont été motivées par la diminution des coûts de production. 10 % veulent « *diminuer le temps de travail* ». Les mêmes raisons ont également été mentionnées dans d'autres pays d'Afrique (Knowler et al., 2001). En fait, la suppression du labour en AC permet à priori une diminution du temps de travail pour la préparation du sol, estimée à 30 à 50 hommes/jours en manuel selon le type de sol (Sorèze, 2010). Pourvu que le sol soit couvert de façon uniforme, l'utilisation de plante de couverture permet également de gérer plus facilement les adventices (Ranaivoson et al., 2018) et ainsi de diminuer le temps de travail pour le sarclage (Husson et al., 2013a). Il faut cependant mettre certaines de ces raisons en relation avec le discours des techniciens vulgarisateurs qui ont mentionné ces arguments et qui sont facilement repris par les exploitants.

### 3.3.2 Raisons d'adoption de l'agriculture de conservation en lien avec les capitaux

22% des raisons mentionnées par les exploitants sont en lien avec les dotations en capital social et humain des exploitations (Tableau 21).

**Tableau 21 : Les raisons de première adoption de l'agriculture de conservation en lien avec les dotations en capitaux des exploitations**

Capitaux	Raisons de première adoption	% des exploitations dans le type B, C et D
Social	« Convaincus par la sensibilisation des techniciens vulgarisateurs »	24%
	« Les voisins ont adoptés l'AC »	8%
Humain	« Essayer de nouvelles techniques »	8%
Nombre observations		50

**Source : auteur**

- Le fait que les exploitants agricoles accèdent à l'information sur l'AC par le biais des techniciens vulgarisateurs est une dimension du capital social de ces exploitants. 24 % des exploitations déclarent avoir été « *convaincues par la sensibilisation des techniciens vulgarisateurs* » dont les discours rejoignent les raisons en lien avec l'amélioration des moyens d'existence citées ci-dessus par les exploitations. Les arguments des techniciens ont convaincu parce que cela correspondait à une préoccupation des exploitants. Ces résultats confirment l'importance des agents de vulgarisation dans la dissémination d'une innovation agricole. Ce qui justifie le renforcement des compétences de ces agents dans le transfert des informations concernant l'innovation (Sam et *al.*, 2017).
- 8 % des exploitations ont adopté parce que leurs « *voisins ont adopté* ». Ce qui peut être interprété soit par l'effet de contagion soit par l'influence sociale soit par l'apprentissage social. Selon Young (2009), l'effet de contagion est semblable à une épidémie ; les exploitations adoptent une innovation parce qu'elles ont été en contact avec d'autres exploitations adoptantes. L'influence sociale s'explique par le fait que les exploitations adoptent parce qu'elles sont soumises à une pression sociale. Le concept d'apprentissage, qui suggère que les exploitants sont très attentifs aux pratiques de leurs voisins, serait l'explication la plus crédible pour ce type de raison d'adoption. Ces exploitants prennent le temps nécessaire pour observer les échecs ou les réussites des voisins avant de prendre une décision concernant l'adoption au sein de leur propre exploitation (Schlag, 1996). Des études antérieures ont déjà montré que l'adoption par les voisins est un facteur déterminant de l'adoption des innovations agricoles en Afrique subsaharienne (Shaijumon, 2018).
- 8 % des exploitations voulaient « *essayer de nouvelles techniques* ». L'adoption de l'AC est conçue comme une façon de renforcer leur savoir-faire en agriculture et donc d'améliorer leur capital humain. L'adoption dans ce cas peut également être un moyen d'améliorer le capital social pour apparaître comme des paysans pilotes ou modernes dans la société et



acquérir un certain prestige social. Ainsi, généraliser l'idée que les exploitations dans les pays d'Afrique comme Madagascar résistent au changement technique n'est pas pertinent.

### 3.3.3 Raisons d'adoption de l'agriculture de conservation en lien avec les institutions et organisations

Seulement 2% des raisons citées par les exploitants sont en lien avec les institutions et organisations (Tableau 22).

**Tableau 22 : Les raisons de première adoption de l'agriculture de conservation en lien avec les institutions et organisations de dissémination**

Institutions et organisations	Raisons de première adoption	% des exploitations dans le type B, C et D
	« Produire puis vendre les semences de stylosanthes au projet »	2 %
Nombre observations		50

**Source : auteur**

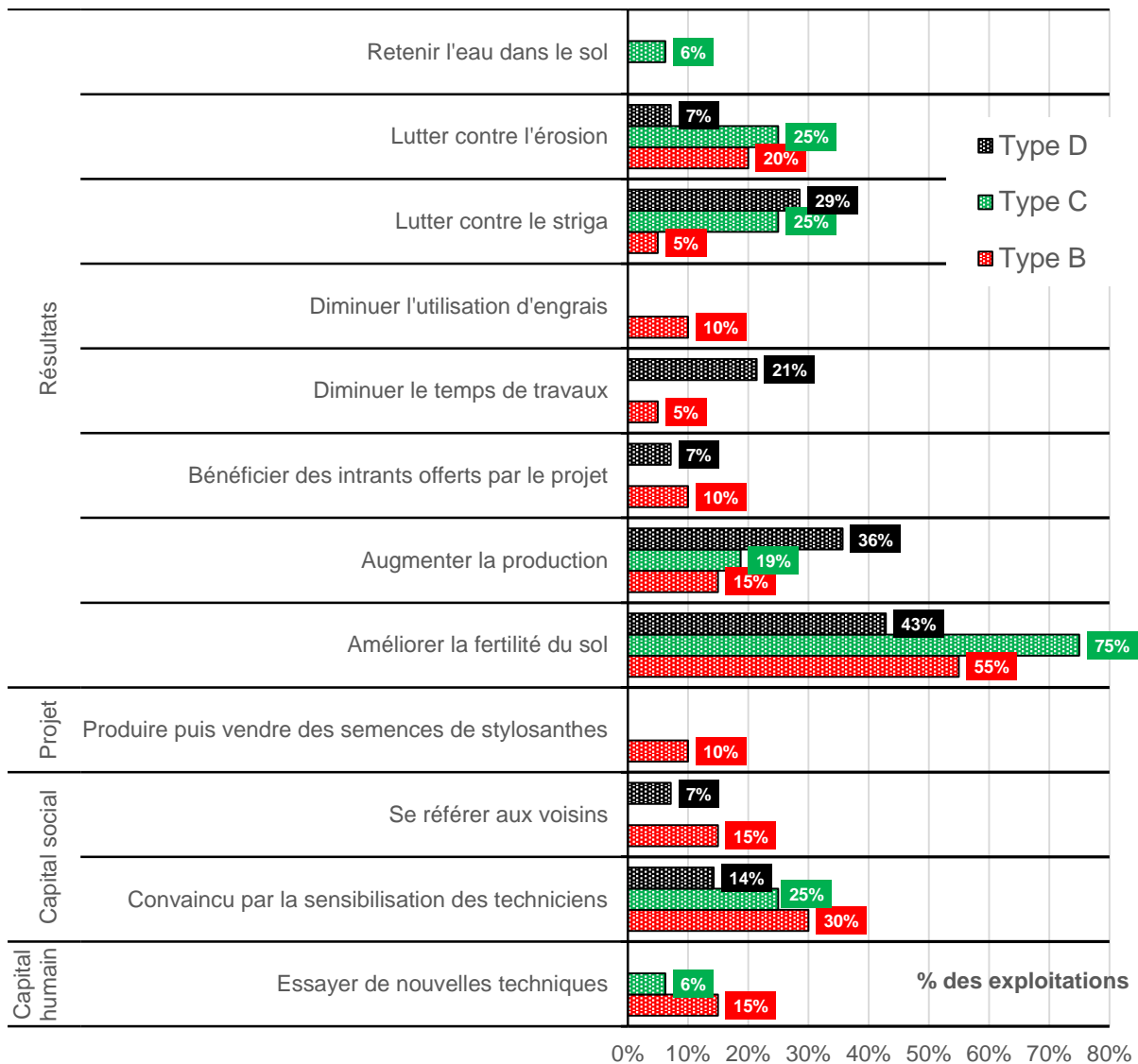
Le projet a permis la valorisation de la plante de couverture en achetant les semences de stylosanthes auprès d'exploitants producteurs de semences, du moins jusqu'en 2009. Particulièrement entre 2006 et 2008, des exploitations productrices de stylosanthes revendaient les semences au projet à raison de 12 000 Ar le kilo. A ce prix, la production de semence est plus rentable que les autres systèmes de culture (Penot, 2016, p. 314). Cependant, cette raison, « *produire puis vendre des semences de stylosanthes* », est marginale pour la motivation initiale. Alors que l'on verra plus loin dans les raisons d'abandon que l'arrêt de l'achat des semences par le projet a motivé plus d'abandons. Une liste prédéfinie de raisons potentielles d'adoption n'a pas été élaborée au préalable pour ne pas influencer les réponses de l'exploitant enquêté. Toutefois avec cette méthode il est possible qu'il omette (in) volontairement certaines raisons.

### 3.3.4 Analyse croisée entre raisons et dynamiques d'adoption de l'agriculture de conservation

Les raisons de première adoption sont croisées avec les dynamiques d'adoption de l'AC pour mieux comprendre les stratégies des exploitations (Cf Figure 21).

Les exploitations qui pratiquent l'AC de manière continue (type C) l'ont adopté non pas dans un objectif de diminution des coûts de production mais plutôt d'augmentation de la production à travers l'amélioration de la fertilité du sol, et également pour essayer de nouvelles techniques, sans faire référence aux voisins contrairement aux type B. On peut qualifier ces exploitants de pionniers et de précurseurs (Rogers, 2003).

Les exploitations qui pratiquent l'adoption discontinue (type D) et celles qui ont abandonné (type B) semblent observer et analyser ce que font les voisins et sont éventuellement influencées par les mesures incitatives jusqu'en 2008. Les exploitants du type B peuvent être considérés comme des suiveurs ou des retardataires (Rogers, 2003). Toutefois il est difficile de qualifier les types D de la même manière parce que ce sont les exploitations plus innovantes. En effet, à la différence des types B, les types D n'ont pas adopté l'AC ni dans une optique de faire des essais de nouvelles techniques ni pour profiter de l'opportunité de vente de semences. Ces exploitations du type D sont peut-être plus déterminées à adopter l'AC à long terme et à s'adapter aux éventuelles contraintes rencontrées.



**Figure 21 : Les raisons de première adoption de l'agriculture de conservation pour les exploitations dans des dynamiques d'adoption du type B, C et D**

Source : auteur

### 3.4 Raisons d'abandon de l'agriculture de conservation

Les exploitations qui ont abandonné l'AC (type B) ont été interrogées sur les problèmes rencontrés et/ou les raisons qui ont prévalu à cette décision. Les dix-huit réponses enregistrées sont mises en lien avec trois composantes du cadre SRL qui sont : l'institution et l'organisation, les capitaux, les stratégies et les résultats de moyen d'existence des exploitations agricoles (Tableau 23, Tableau 24, Tableau 25). Comme pour les raisons de première adoption, les exploitations pouvaient donner plusieurs réponses et les résultats ci-dessous sont présentés en pourcentage des exploitations qui ont mentionné une raison. Les raisons sont analysées par ordre d'importance avec les plus citées en premier. Les déclarations des exploitants sont en italique et entre guillemets.

#### 3.4.1 Raisons d'abandon de l'agriculture de conservation en lien avec les capitaux

Les raisons d'abandon les plus citées par les exploitants, représentant 64 % des réponses, sont en lien avec l'accès aux capitaux : social, naturel, humain, financier et physique (Tableau 23).

**Tableau 23 : Les raisons d'abandon de l'agriculture de conservation en lien avec les capitaux**

Capital	Raisons d'abandon	% des exploitations du type B
Capital social	« Conflit avec le technicien vulgarisateur du projet »	30%
	« Les zébus des voisins ont pâturé le stylosanthes »	25%
	« Le groupement de paysan a été dissout »	15%
	« Les voisins ont abandonné »	5%
	« Les voisins ont brûlé le stylosanthes »	5%
Capital naturel	« Manque de terre »	35%
	« Parcelles devenues fertiles »	10%
Capital humain	« La coupe du stylosanthes demande beaucoup de main d'œuvre »	25%
	« Manque de connaissance technique sur l'AC »	5%
Capital financier	« Arrêt de l'appui du projet pour l'accès au crédit »	15%
Capital physique	« La coupe du stylosanthes requiert un investissement en matériel spécifique »	10%
Nombre observations		20

**Source : auteur**

#### ➤ Capital social

La baisse du prix des semences a engendré « *un conflit avec le technicien vulgarisateur du projet* » pour 30 % des exploitants ayant abandonné car ils avaient l'impression que les promesses faites n'étaient pas tenues. En fait, une forte dynamique de production de semence de stylosanthes s'est créée avant 2009 parce que le projet achetait ces semences à un prix intéressant pour pouvoir fournir les nouveaux adoptants. Du fait de la forte production et du faible nombre de nouveaux adoptants, le projet ne pouvait pas poursuivre sur cette voie. Le prix des semences a diminué et de fait aucun marché des semences ne s'est développé (chapitre 2). En sachant qu'une innovation technique va de pair avec une innovation institutionnelle (Olivier De Sardan, 1993, Bosc et al., 1993), alors la mise en place d'un marché

plus structuré et organisé de semences aurait été nécessaire pour accompagner la dynamique de changement technique autour de l'AC.

25% des exploitations se sont plaintes que « *les zébus des voisins ont pâturé le stylosanthes* ». En fait, le pâturage libre des zébus après la période de récolte est la norme sociale dans différents pays d'Afrique subsaharienne dont Madagascar. Toutefois comme le soulignent Woolcock et al, (1998), le capital social n'est pas toujours bénéfique. Il peut également être un facteur de blocage dans l'amélioration du bien-être de la communauté. La promotion de l'AC s'est confrontée à ce cas de figure. Les plantes de couverture restent sur les parcelles après la récolte des plantes principales et sont facilement pâturées par des zébus en divagation durant cette période (Corbeels et al., 2014b; Erenstein et al., 2012; Wall, 2007) ce qui a amené à l'abandon de la technique par certaines exploitations. Le contrôle de la vaine pâture devient alors une nécessité pour que ce ne soit pas une contrainte d'adoption de l'AC pour les exploitations intéressées par la technique et pour que l'AC ne devienne pas une contrainte sociale pour celles qui ne sont pas intéressées.

15 % des exploitations déclarent avoir abandonné l'AC après que « *le groupement de paysans ait été dissout* ». Dans le cadre du projet BVPI, les petits groupements (de 20 à 30 personnes) faisaient le lien entre le projet et les exploitations agricoles notamment pour l'accès au crédit pour l'acquisition des intrants durant la première phase du projet (2006 à 2008). Les groupements de paysans devaient également être un moyen efficace de partage des connaissances, des savoir-faire et des informations sur une innovation (Diagne and Pesche, 1995). Toutefois, suite à une multiplication de petits groupements durant la première phase du projet, seuls les groupements les plus dynamiques et qui n'ont pas un caractère opportuniste ont été retenus par le projet après 2008 créant ainsi une raison supplémentaire d'abandon pour les membres de ceux qui ont été dissouts. L'analyse de la performance de ces groupements n'a jamais été faite mais la création ex nihilo de groupements liés à une activité de projet à durée limitée ne débouche pas à Madagascar sur la création durable d'une structuration des producteurs comme l'ont expliqué Blanc-Pamard et Fauroux (2004).

5% des exploitations déclarent avoir abandonné l'AC parce que « *les voisins ont brûlé le stylosanthes* » que l'on peut apparenter à un non contrôle d'un brulis d'une parcelle voisine. Le problème de brûlis des parcelles de stylosanthes au même titre que la divagation des zébus est une autre forme de capital social négatif. On peut également émettre l'hypothèse que l'AC occasionne des externalités négatives au sein de la communauté qui a amené les voisins à brûler le stylosanthes. Des cas d'invasion de rats en AC se sont par exemple présentés au Lac Alaotra dans le Moyen Est de Madagascar (Teissonnier and Penot, 2013). En fait, la forte biomasse de plante de couverture devient un lieu favorable d'habitation des rats et peut causer des dégâts sur les cultures environnantes. Toutefois il n'a pas été prouvé que cela ait été une raison pour brûler les parcelles des voisins.

5 % des exploitations ont également abandonné l'AC parce que « *les voisins ont abandonnés* », ce qui rejoint l'explication dans la section 3.3.2, qui montre que l'influence sociale de proximité et l'apprentissage sociale affectent la décision d'adoption/d'abandon de l'AC (Young, 2009).

#### ➤ Capital naturel

Le capital naturel peut être caractérisé par la disponibilité foncière. Le « *manque de terre* » entrave également l'adoption de l'AC selon 35 % des exploitations ayant abandonné (type B). On peut souligner que c'est la raison la plus citée par les exploitations. Ce résultat est cohérent avec les résultats du chapitre 3 qui ont mis en exergue que la disponibilité foncière influence positivement la décision d'adoption, et ce de façon significative. C'est dans ce sens qu'une analyse plus approfondie sur la relation entre évolution du foncier et dynamique d'adoption est menée dans la section 3.6.

Le capital naturel peut également être apprécié à travers la qualité du sol. On a recensé deux cas d'exploitations soit 10% des exploitations qui ont abandonné parce que leurs « *terres sont redevenues fertiles* » au bout de cinq ans. Ces exploitations ont adopté l'AC (cf 3.3.1) parce que l'AC a vocation à améliorer progressivement la fertilité du sol (Husson et al., 2013a). Après cinq années de pratique, ces deux exploitations ont perçu une amélioration nette et suffisante de la fertilité de leurs sols. Elles n'ont plus intérêt à continuer la pratique, ce qui est antinomique avec une vision à long terme. Ce temps nécessaire pour pouvoir apprécier une augmentation significative de la fertilité et ensuite de la production agricole est spécifique à la plante et au contexte agro-pédologique. Elle peut avoir lieu après plus de 10 ans (Giller et al., 2009). Cette raison d'abandon est nouvelle parce que dans la littérature, il est souvent admis que la perception d'une faible fertilité du sol a une influence sur la décision d'adoption de techniques de conservation du sol dans l'AC (Amsalu and de Graaff, 2007; Knowler and Bradshaw, 2007a). Toutefois, aucune autre étude n'a encore montré que la perception d'une amélioration de la fertilité du sol résultant de la pratique de l'AC pourrait également avoir une influence sur la décision d'abandon de celle-ci.

#### ➤ Capital humain

Le problème du contrôle et de coupe du stylosanthes a été une des raisons d'abandon les plus citées par les exploitations. 25 % des exploitations du type B évoquent que la « *coupe du stylosanthes demande beaucoup de main d'œuvre* ». Plus précisément, cette opération, réalisée en manuel, nécessite 80 à 90 hj.ha<sup>-1</sup> (Cellule de projet BVPI SE/HP, 2013; Penot, 2016). Pour le système de culture à base de riz et de stylosanthes, le temps de travaux nécessaire pour réaliser toutes les opérations culturales, depuis la préparation du sol jusqu'à la récolte, est de l'ordre de 160 hj.ha<sup>-1</sup>. La coupe du stylosanthes représente environ 50 à 56 % de ce temps de travail total. On peut également raccorder ces problèmes de main d'œuvre aux raisons de première adoption (cf section 3.3.1). Il faut rappeler que quelques exploitations

du type B escomptaient, avec l'adoption de l'AC, une diminution des charges en travail comme le présentaient les techniciens du projet. Après quelques années d'expérimentation, ces exploitations ont constaté au contraire une réelle augmentation des charges en travail pour la gestion de la couverture.

5% des exploitations du type B évoquent comme raison d'abandon un « *manque de connaissance technique pour la mise en œuvre de l'AC* ». En fait, l'AC est un paquet technique qui requiert le respect de trois principes pouvant être difficiles à mettre en œuvre simultanément. Les exploitations qui mentionnent cette raison, ont commencé l'AC en fin de projet et même pour certaines après. Elles n'ont donc pas pu bénéficier pleinement des appuis et conseils de proximité des techniciens vulgarisateurs et ont du mal à pratiquer l'AC durant les premières années d'adoption.

#### ➤ Capitaux physique et financier

L'accès facilité au crédit via le groupement de paysan pour l'acquisition d'intrant (engrais, semences et produits phytosanitaires) a marqué la première phase du projet BVPI (2006-2008). Ce préfinancement n'était qu'une stratégie à court terme du projet pour inciter l'adoption en première année (Cellule de projet BVPI SE/HP, 2013). Ainsi, 15 % des exploitations ont abandonné l'AC après « *l'arrêt de l'appui du projet pour l'accès au crédit* » à partir de 2009. De plus, les exploitants ne voulaient pas s'endetter pour des engrais dont les prix avaient doublé en 2008.

Le manque d'équipement (capital physique) adéquat pour couper le stylosanthes a amené 10 % des exploitations du type B à abandonner. Comme il a déjà été mentionné, la coupe manuelle est très chronophage (80 à 90  $\text{hj.ha}^{-1}$ ) mais il est possible de diminuer considérablement ce temps de travail jusqu'à 7 à 15  $\text{hj.ha}^{-1}$  avec l'utilisation d'un matériel spécifique (un rouleau) en traction animale (Cellule de projet BVPI SE/HP, 2013; Penot, 2016). Un rouleau de bonne qualité coûte environ 3.200.000 Ar (900 euros) (Penot, 2016) avec une utilisation limitée à cette seule opération de coupe du stylosanthes. Or, la capacité d'autofinancement des exploitations est faible et le manque d'accès à des services financiers adaptés (crédit, épargne, assurance) handicape davantage l'adoption d'une telle technique (Wampfler et al., 2010). Un investissement supplémentaire dans du matériel ne peut que limiter l'adoption d'une innovation (exemple Grabowski et al., 2016), et ceci d'autant plus que le niveau d'équipement des exploitations de la zone est très faible (chapitre 2).

### 3.4.2 Raisons d'abandon de l'agriculture de conservation en lien avec les résultats sur les moyens d'existence

22% des raisons d'abandon mentionnées par les exploitants sont en lien avec l'impact de l'AC sur les performances économiques de l'exploitation (Tableau 24).

**Tableau 24 : Les raisons d'abandon de l'agriculture de conservation en lien avec les résultats sur les moyens d'existence**

Résultats économiques	Raisons d'abandon	% exploitations du type B
En lien avec la production agricole	« Diminution de la production »	20%
En lien avec les charges de production	« Les charges sont plus élevées que la valeur de la production »	15%
	« Les charges en main d'œuvre pour couper le stylosanthes sont élevées par rapport aux systèmes non-AC »	15%
Nombre observations		20

**Source : auteur**

- Des exploitations ont adopté l'AC avec un objectif d'amélioration de la production ou de diminution des charges de production (cf 3.3.1). A l'inverse de ce qu'elles avaient espéré lors de la première adoption, 20 % des exploitations ayant abandonné (type B) ont expérimenté « *une diminution de la production* » et 30% des exploitations constataient que « *les charges sont plus élevées que la valeur de la production* ». Certaines exploitations ont précisé que l'augmentation des charges est liée aux besoins en main-d'œuvre pour couper le stylosanthes, mais aussi pour le sarclage des adventices. La littérature montre que grâce à l'utilisation des couvertures avec l'AC, la pression des adventices est limitée et donc les charges en travail pour le sarclage sont plus faibles comparées au système non-AC. Cependant, ceci n'est vrai que si le sol est suffisamment couvert et de manière homogène (Andersson and D'Souza, 2014; Dugué et al., 2015). Les études réalisées par Naudin et al. (2015) puis par Ranaivoson et al. (2018) montrent qu'il faut produire 10 t.ha<sup>-1</sup> de matière sèche de stylosanthes pour pouvoir réduire significativement l'effet des adventices. La production de biomasse capable de contrôler l'enherbement peut également demander un temps de travail supplémentaire pour l'exploitation (Lahmar et al., 2012). Cet investissement en temps de travail ne semble valorisable que sur des surfaces suffisamment importantes, de manière à réaliser des économies d'échelle.

### 3.4.3 Raisons d'abandon de l'agriculture de conservation en lien avec les institutions et organisations

13% des raisons citées par les exploitants sont en lien avec l'évolution du projet (Tableau 25).

**Tableau 25 : Les raisons d'abandon de l'agriculture de conservation en lien avec les institutions et organisations de dissémination**

Institutions et organisations	Raisons d'abandon	% des exploitations du type B
Projet	« Le projet s'est terminé »	20%
	« Le prix de vente des semences a diminué »	15%
Nombre observations		20

**Source : auteur**

- 20% des exploitants du type B ont pris la décision d'abandonner une fois que « *le projet a terminé ses activités* ». A la fin du projet, les exploitations retournent aux systèmes de cultures non-AC qu'elles pratiquent habituellement. (Corbeels et al., 2014b) ont fait le même constat pour d'autres projets de dissémination de l'AC qui ont créé des environnements favorables à l'adoption de l'AC avec des mesures incitatives et des appuis et conseils techniques de proximité aux exploitations agricoles. Quand ces conditions disparaissent une part des exploitations abandonne.
- 15 % des exploitations ont abandonné parce que « *le prix des semences de stylosanthes a diminué* ». Une dynamique s'était mise en place, plus autour des opportunités de vente de semences au projet qu'autour de la pratique de l'AC. Le marché des semences ne s'est pas développé entraînant l'abandon de la production de semence et donc de la pratique. Or, des études ont montré que l'adoption pour des raisons « opportunistes », telles que les considérations de prix, est sensible à l'abandon (Hérault, 2013). Ce qui été prouvé pour le cas de l'agriculture biologique et reste valable pour l'AC.

### 3.4.4 Raisons d'abandon de l'agriculture de conservation AC en lien avec les stratégies de moyens d'existence

Quelques exploitations ont mis en évidence que la pratique de l'AC était trop éloignée des pratiques et des stratégies qu'elles mettent en œuvre pour pouvoir l'adopter durablement (Tableau 26).

**Tableau 26 : Les raisons d'abandon de l'agriculture de conservation en lien avec les stratégies de moyens d'existence**

Stratégies	Raisons d'abandon	% des exploitations du type B
Diversification	« S'impliquer plus dans les activités non agricoles »	5%
Ancrage au pratique traditionnelle	« Non habitué au non labour »	5%
Nombre observations		20

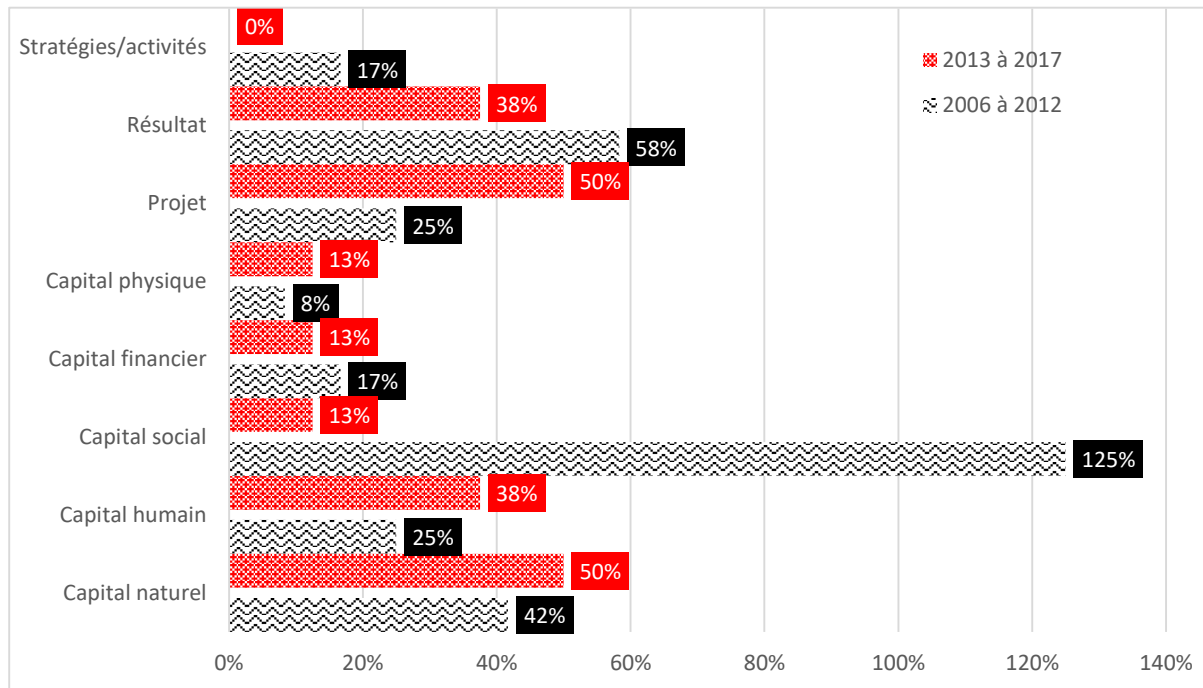
**Source : auteur**



- 5% des exploitations ne sont « *pas habituées au non labour* ». Il est à noter que le labour est une pratique qui date des années 1920 à Madagascar (Delpon, 1926). La conversion des pratiques non-AC en AC pour ces exploitations nécessite un temps d'apprentissage et un accompagnement plus long. Toutefois le faible pourcentage indique que les exploitations ne sont forcément accrochées à ces pratiques devenues traditionnelles et que si elles résistent au changement technique, c'est parce que d'autres contraintes plus fortes entravent l'adoption.
- 5% des exploitations préfèrent abandonner l'AC pour « *s'impliquer plus sur les activités non agricoles* ». Cette raison se justifie par le fait que l'agriculture, l'activité principale pour les ménages ruraux Malagasy (INSTAT, 2011), s'imbrique souvent avec différentes activités (Gondard-Delcroix, 2007). Cette pluriactivité émane des stratégies du ménage en milieu rural surtout dans les pays en voie de développement (Ellis, 1998; Barrett et al., 2001; Ellis, 2000; Winters et al., 2000). Reardon (1997) souligne même que le poids de ces activités non agricoles semble prendre de l'importance en Afrique. Toutefois le faible pourcentage des exploitations qui ont évoqué cette raison indique que la présence des activités non-agricoles n'est que très rarement une contrainte à la pratique de l'AC ; l'importance des revenus non agricoles moyens pour les exploitations du type C confirment cela (Tableau 26). On peut même avancer qu'à Madagascar les exploitations s'appuient souvent sur les activités non agricoles pour assurer les risques et les incertitudes liés à l'adoption d'innovations agricoles.

### 3.4.5 Raisons d'abandon de l'agriculture de conservation selon la période : pendant et après le projet

Les raisons d'abandon présentées plus haut rassemblent les réponses des exploitants agricoles toutes dates confondues. Pour mieux comprendre l'influence du projet sur la décision d'abandon, ces raisons d'abandon ont été regroupées selon deux périodes (Figure 22) : durant le projet entre 2006 et 2012 et après le projet de 2013 à 2017.



**Figure 22 : Raisons d'abandon de l'agriculture de conservation selon les périodes pendant et après projet**

**Source : auteur**

Sur les 20 exploitations qui ont abandonné, 60% l'ont fait entre 2006 et 2012 et 40% après 2012. Toutes les exploitations qui ont abandonné pendant le projet mentionnent des raisons liées : (i) au manque de structuration du marché de semences de stylosanthes (ii) avec les différentes dimensions du capital social dont la dissolution de l'OP, les problèmes liés au pâturage libre des zébus au sein de la communauté et des conflits avec les techniciens vulgarisateurs du projet. Entre 2013 à 2017, le motif principal d'abandon est lié à la fin du projet (cf 3.4.1) et la disparition des techniciens. La faible dotation en capitaux ainsi que le manque d'effets sur les performances des exploitations qui sont les raisons d'abandon les plus citées par les exploitants persistent indépendamment des périodes d'intervention du projet.

Les raisons qui ont motivé les exploitants agricoles à adopter l'AC ont été analysées dans la section 3.3. Ces exploitations rencontrent, à un moment donné, des problèmes qui vont les obliger à réviser leur position vis-à-vis de la technique. Les exploitations du type B n'ont pas pu surmonter les problèmes et ont décidé d'abandonner. C'est ce qui a été analysé dans cette

section 3.4. Les exploitations du type C et D ont pu surmonter ou maîtriser les problèmes, ce qui leur a permis de poursuivre les chemins d'adoption de manière constante ou occasionnelle. Ces aspects de résolution de problème par les exploitations du type C et D font l'objet de l'analyse dans la section suivante.

### **3.5 Solutions aux problèmes rencontrés par les adoptants de l'agriculture de conservation**

Les exploitations qui ont adopté l'AC de manière continue (type C) et ou discontinue (type D) ont été interrogées sur les solutions qu'elles ont mis en œuvre pour surmonter les problèmes qu'elles ont rencontrés (Tableau 27). Les principaux problèmes cités par ces exploitations sont les conflits sociaux générés par le pâturage des zébus et le brulis du stylosanthes, ainsi que les contraintes de travail liées à la coupe du stylosanthes.

Les exploitations ont pu résoudre les conflits sociaux engendrés par le pâturage des zébus et les feux en faisant appel à l'autorité locale et principalement au chef de *fokontany* (hameau). Bien que le pâturage libre des zébus soit une norme sociale au sein de la communauté et que toutes les exploitations adoptantes de l'AC sont potentiellement affectées par ce problème, ce sont les exploitations du type C qui ont pris l'initiative de faire appel aux autorités locales, peut-être parce que ces exploitations de grande taille sont influentes dans le village. De nouvelles règles sociales ont été appliquées. Encore une fois, ce résultat montre qu'une innovation technique va souvent avec une innovation institutionnelle (Olivier De Sardan, 1993, Bosc et *al.*, 1993).

**Tableau 27 : Solutions adaptatives adoptées par les exploitations face aux problèmes d'adoption de l'agriculture de conservation**

Cadre SRL	Problèmes rencontrés	Les solutions proposées par les exploitations du type C	Les solutions proposées par les exploitations du type D	Cadre SRL
Capital naturel	« Manque de terre »			
<b>Capital social</b>	« Conflit avec le technicien »			
	« Le groupement de paysan est dissout »			
	« Les voisins ont abandonné »			
	« Les zébus des voisins ont pâturé le stylosanthes »	« Faire appel aux autorités locales, les chef <i>fokontany</i> , pour gérer les conflits sociaux »		<b>Institution/organisation</b>
	« Les voisins ont brûlé les stylosanthes »			
<b>Capital physique</b>	« La coupe du stylosanthes requiert un investissement en matériel spécifique »	« Acquérir le rouleau »		<b>Capital physique</b>
<b>Capital humain</b>	« La coupe du stylosanthes demande beaucoup de main d'œuvre »	« Faire l'AC en fonction des capitaux disponibles »		<b>Stratégies</b>
		« Mettre les parcelles en jachères de stylosanthes »		<b>Stratégies</b>
		« Couper manuellement le stylosanthes avec la bêche »		<b>Stratégies</b>
			« Brûler le stylosanthes »	<b>Stratégies</b>
	« Manque de connaissance technique sur l'AC »		« Labourer les parcelles de temps en temps »	<b>Stratégies</b>
Capital financier	« Les charges en main d'œuvre pour couper le stylosanthes sont élevées par rapport aux systèmes conventionnel »			
Résultat économique	« Diminution de la production »			
	« Les charges sont plus élevées que les produits »			
	« Arrêt de l'allocation de subventions en intrant »			
Institution/organisation	« Fin du projet »			
	« Prix de vente des semences a diminué »			
Stratégie/activités	« S'impliquer plus dans les activités non agricoles »			
	« Non habitué au non labour »			

Source : auteur

Le problème de coupe du stylosanthes persiste dans le temps. Pour le résoudre, les exploitations des types C et D partageaient l'idée qu'il faut « *faire l'AC en fonction des capitaux disponibles* ». Les solutions à ce problème ont ensuite évolué et les deux types C et D ont adopté des solutions différentes.

Les exploitations du type C ont maintenu l'adoption grâce à l'acquisition de rouleaux. Il est à rappeler qu'entre 2006 et 2008, le nombre de petits groupements opportunistes s'est multiplié à l'initiative du projet (Chapitre 2). A partir de 2009, seuls les plus dynamiques ont été retenus et ont bénéficié de formations par le projet. Les exploitations du type C (adoption continue) ont été parmi les membres de ces groupements qui ont bénéficié d'une subvention partielle pour l'achat d'un rouleau en 2011 par le Fonds Régional de Développement Agricole (FRDA), avec le soutien du projet et pour une utilisation collective (Cellule de projet BVPI SE/HP, 2013). Les données collectées n'ont toutefois pas permis de donner plus de détails sur le mode de structuration et la pérennité de ces groupements et sur les éventuels modes d'acquisition de rouleaux après la fin du projet. Toutefois l'adoption continue de l'AC semble indiquer que ces exploitations ont gardé une bonne dynamique de groupe, même après le projet, et ont pu utiliser et entretenir ensemble le rouleau. Avant l'acquisition du rouleau, ces exploitations devaient « *couper manuellement le stylosanthes avec la bêche* », comme préconisé par le projet (chapitre 2). Les exploitations de ce type n'ont pas de fortes contraintes en terre, alors elles peuvent se permettre de « *laisser les parcelles en jachère de stylosanthes* » pour contourner le problème de coupe/contrôle de cette plante de couverture.

Les exploitations du type D (adoption discontinue) n'ont pas mentionné l'utilisation du rouleau car n'ont pas pu en acquérir. Elles ont procédé autrement pour alléger le temps de travail relatif à l'AC et ont choisi de « *brûler le stylosanthes* ». Il est possible que les exploitations du type C aient également procédé au brulis à un moment donné, mais cette solution n'a pas été mentionnée durant l'enquête. D'autres stratégies plus structurées et à plus long terme consistaient à mélanger les pratiques agricoles non-AC et l'AC : « *labourer les parcelles de temps en temps* » et « *mettre les parcelles en jachère de stylosanthes* ». La jachère naturelle est ainsi remplacée par la jachère de stylosanthes, après laquelle les parcelles sont labourées (et dans certains cas brûlées). Ces exploitations sont celles avec peu de terres, peu de revenu non-agricole et peu de marge de manœuvre pour adopter l'AC telle qu'elle a été proposée par les techniciens vulgarisateurs (Tableau 27).

Baudron et al. (2007) proposent quatre archétypes d'adoption de l'AC par les exploitations agricoles : (i) rapide adoption de l'AC et de ses trois composantes ; (ii) adoption partielle des trois composantes de l'AC ; (iii) alternance entre adoption et abandon de l'AC ; (iv) abandon après l'arrêt du projet. Cette étude illustre ces différents schémas d'adoption et surtout celui avec une alternance entre adoption et abandon de l'AC dont l'existence n'a pas encore été démontrée dans d'autres études empiriques. Ce résultat montre également que, face aux

contraintes rencontrées, certaines exploitations adaptent l'AC telle que mise au point par la recherche et promue par les projets (Brown et *al.*, 2017a; Ward et *al.*, 2018). Dans la zone du Lac Alaotra dans le Moyen-Est de Madagascar, Penot et *al.* (2015) ont mis en évidence une innovation paysanne dite intermédiaire ou hybride, entre les pratiques agricoles actuelles des exploitants et l'AC, qu'ils ont dénommé « système de culture innovant » ou SCI.

Les problèmes liés à l'accès au capital naturel n'ont pas été mentionnés dans cette section parce qu'ils ne concernent pas véritablement les exploitations des types C et D. Toutefois, la disponibilité foncière est apparue dans le chapitre 3 comme un facteur déterminant de l'adoption ou de l'abandon de l'AC, dans le contexte du Moyen Ouest de Vakinankaratra. C'est pourquoi dans la section suivante, un focus est mis sur la relation entre l'évolution du foncier et la dynamique d'adoption de l'AC.

### 3.6 Evolution du foncier et trajectoire d'adoption de l'agriculture de conservation

La Figure 23 présente les évolutions des surfaces SAU moyennes en propriété par type d'exploitations entre 1995 et 2017. Les superficies moyennes sont données en distinguant le mode d'acquisition (achat, héritage ou autre) et l'unité agronomique (*tanety* ou bas-fonds). La dispersion de la superficie totale autour de la moyenne (moyenne plus ou moins un écart-type) est illustrée par les barres d'erreur pour quatre années principales : 1995, 2006, 2012 et 2017.

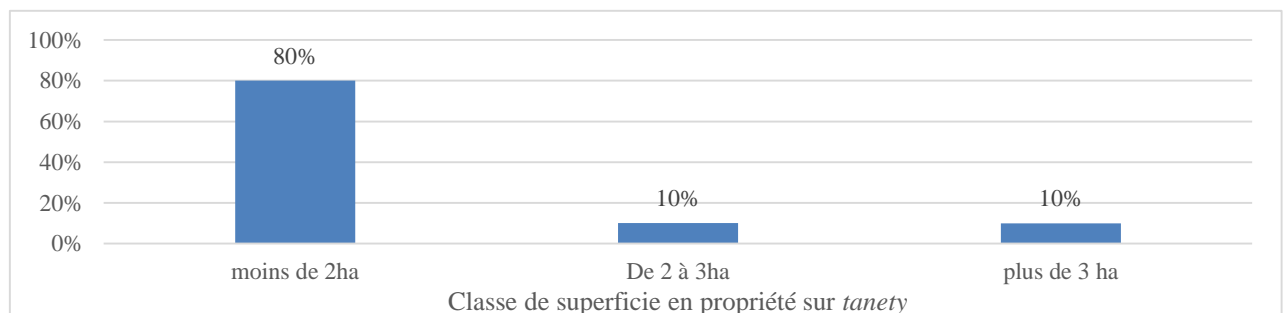
Les exploitations sont en moyenne à des niveaux différents de superficie en 1995. La tendance d'évolution est caractérisée par une lente augmentation des superficies, à l'exception du type C qui connaît une croissance rapide après 2003. Ceci suggère que la majorité des exploitations n'a pas la possibilité d'étendre les surfaces : le Moyen Ouest, qui était caractérisé comme un « front pionnier » dans les années 1970 (Marchal, 1970), ne l'est plus totalement de nos jours. En effet, le flux d'immigration motivé par l'acquisition de nouvelles terres n'est actif que dans quelques parties de la zone (chapitre 2).

L'héritage d'une grande SAU au démarrage de l'exploitation avantage les exploitations du type C par rapport aux autres. Celles du type A sont les moins dotées au démarrage avec des difficultés à capitaliser par la suite. Les types B ont une disponibilité foncière intermédiaire entre type A et C. Les exploitations de type D sont particulières, elles ont une superficie moyenne comparable à celle du type B en 1995 et atteignent celle du type C en 2006 pour stagner par la suite. Toutefois cette moyenne cache une forte hétérogénéité (cf annexe 7) indiquant que le foncier n'explique pas à lui seul la dynamique d'adoption discontinue des exploitations du type D. L'importance des activités non agricoles et la mise en location et/ou métayage des terres, explicités dans la section 3.2, apparaissent comme des éléments explicatifs à ce comportement particulier d'adoption.



La relation significative entre la disponibilité foncière et la prise de décision sur l'adoption de l'AC suggère l'existence d'un seuil minimum de superficie pour une adoption (Neill and Lee, 2001). Notre étude paraît révéler un seuil minimum de superficie en propriété pour une première adoption et un autre seuil minimum pour une adoption continue de l'AC. La première adoption de l'AC semble exiger un seuil minimum de 2 ha de *tanety* pour être « rentable ». Les exploitations ayant déjà testé l'AC détenaient en moyenne plus de 2 ha de *tanety* au début du projet en 2006 (Figure 23 type B, C et D). Tandis que les exploitations qui ne sont dans aucune dynamique de changement (type A) n'ont pas atteint ce seuil de 2 ha durant toute la période du projet jusqu'en 2017. Pour assurer l'adoption continue de l'AC avec le système basé sur stylosanthes, il faudrait donc atteindre le seuil minimum d'environ 3 ha de *tanety* (Figure 23 type C). Ce seuil pourrait être différent avec un autre système d'AC.

La Figure 24 présente la répartition des exploitations agricoles du Moyen Ouest du *Vakinankaratra* pour l'année 2015, selon trois classes de superficie de *tanety* : moins de 2 ha, entre 2 et 3 ha et plus de 3 ha. Elle permet d'évaluer le potentiel d'adoption de la zone en reprenant les données pondérées de 2015.



**Figure 24 : Proportion des exploitations selon des classes de superficie en propriété sur *tanety***

**Source : auteur, données primaires collectées en 2015 (échantillon pondéré n= 4 379 exploitations)**

Les exploitations avec moins de 2 ha de superficie en propriété sur *tanety* représentent 80% des exploitations. Celles ayant entre 2 et 3 ha et plus de 3 ha représentent chacune 10% des exploitations. En se référant au seuil d'adoption de 2 ha (environ) et de maintien de l'adoption de 3 ha (environ), on déduit que le Moyen Ouest du *Vakinankaratra* a un potentiel d'adoption de l'AC non négligeable (20% des exploitations de la zone). Mais, cette adoption ne peut être maintenue que par 10 % des exploitations ce qui est globalement faible et explique aussi indirectement le taux d'abandon. La proportion des exploitations qui n'ont pas la disponibilité foncière suffisante pour adopter (80 % des exploitations) est également très élevée.



## **4 Limites de l'étude**

### **4.1 Méthode de collecte de données**

Les exploitants agricoles ont été interrogés sur les raisons d'adoption et d'abandon de l'AC durant l'enquête avec des questions ouvertes. Ensuite, les réponses ont été traduites et catégorisées en utilisant le cadre SRL comme grille d'analyse. Cette méthode, sans modalités préétablies, est intéressante parce que la question n'influence pas l'exploitant, mais les exploitations peuvent oublier de mentionner certaines raisons importantes ou évitent d'en parler.

### **4.2 Seuils d'adoption de l'agriculture de conservation définis à partir d'un faible échantillon**

Dans cette étude, la taille de l'échantillon est un compromis entre d'une part l'objectif de disposer d'un nombre significatif d'exploitation de chaque catégorie pour capter au mieux la diversité des trajectoires d'adoption de l'AC, et d'autre part des moyens disponibles. Les trois statuts d'adoption de l'AC mis en évidence dans le chapitre 3 ont été utilisés comme critère de sélection de 70 exploitations enquêtées pour le présent chapitre. L'échantillon est suffisant pour l'analyse de la dynamique d'adoption de l'AC. Toutefois, les résultats sur les seuils d'adoption mériteraient d'être validés sur un échantillon plus grand.

### **4.3 Dynamique d'adoption de l'agriculture de conservation à affiner**

L'enquête réalisée ne permet pas de cerner les raisons de non-adoption et les raisons de maintien de l'adoption de l'AC parce que la problématique initiale de l'étude s'est surtout focalisée sur l'adoption et l'abandon afin d'expliquer le fort taux d'abandon (chapitre 3). Les raisons de reprise de l'AC pour certaines exploitations n'ont également pas été prises en compte dans cette étude.

### **4.4 Difficulté à classer les raisons d'adoption et d'abandon dans les différentes composantes du cadre SRL**

Le cadre SRL est la grille utilisée pour analyser la dynamique d'adoption de l'AC. Des difficultés ont été rencontrées pour classer les raisons d'adoption ou d'abandon de l'AC dans les composantes du cadre SRL. Par exemple, « *les voisins ont adopté* » donc l'exploitant a fait de même. Cette raison peut être du ressort du capital social comme on l'a justifié dans l'étude mais ce peut être une stratégie de moyens d'existence. Un autre exemple est que l'exploitant a adopté pour « *bénéficier des intrants préfinancés par le projet* ». Cette raison peut à la fois être un capital physique et dans la composante des résultats parce qu'il s'agit d'un moyen de réduction des charges de production ou encore une composante du volet

« institution et organisation » en lien avec les activités du projet. Tout comme le fait d'être « *convaincus par la sensibilisation des techniciens* » qui est un capital social mais aussi lié aux projet de diffusion comme les préfinancements des intrants. Notre analyse a dû faire des choix sur la catégorisation des comportements et des évaluations subjectives des circonstances extérieures exprimées par les acteurs, et qui influence leurs choix. Elle tente de représenter la diversité de la population étudiée et les contraintes qui lui sont associées.

## 5 Conclusion

Ce chapitre a apporté des éléments de précision sur la dynamique d'adoption de l'AC dans le Moyen Ouest du *Vakinankaratra*. Les résultats montrent l'existence d'exploitations qui ne sont pas dans une dynamique d'adoption de l'AC parce qu'elles ont des moyens d'existence faibles. Elles sont donc vulnérables au changement technique. Celles qui sont dans une dynamique d'adoption ont décidé d'adopter l'AC pour la première fois surtout dans une perspective d'amélioration de la fertilité du sol et donc d'amélioration des performances de leurs moyens d'existence. Toutefois, certaines exploitations ont ensuite abandonné, soit parce que l'AC ne leur permettait pas d'atteindre les résultats escomptés (ou promis lors de la dissémination) et les objectifs qu'ils s'étaient fixés lors de l'adoption initiale, soit parce que la technique ne correspondait pas à leur stratégie de production. D'autres exploitations ont abandonné après quelques années, par manque de capital adéquat (humain, naturel, physique et financier). Mais si les moyens nécessaires pour pratiquer convenablement l'AC sont à leur portée, ces exploitations peuvent se lancer dans une dynamique d'adoption continue de nouvelles techniques agricoles, même jugées complexes et en conséquence améliorer leurs moyens d'existence.

En plus des schémas d'adoption de l'AC couramment rencontrés que sont la non adoption, l'adoption puis abandon et l'adoption continue, cette étude a également permis de prouver empiriquement l'existence d'une pratique discontinue de l'AC (adoption-abandon-adoption). Les exploitations dans cette dynamique mettent en œuvre des stratégies adaptatives aux problèmes rencontrés en mélangeant leurs pratiques agricoles actuelles (non-AC) avec l'AC. Bien que les performances socio-économiques de ces pratiques adaptatives n'aient pas été étudiées en détail, ce résultat démontre déjà la capacité innovante et la capacité d'adaptation de ces exploitations face à des contraintes ainsi que la recherche de solutions hybridant les savoirs. Certaines de ces exploitations s'appuient sur les activités non-agricoles pour gérer les risques afférents à l'expérimentation de la nouvelle technique. D'autres sont de « grands propriétaires terriens » qui obtiennent des rentes foncières pour renforcer davantage le revenu non-agricole existant. Des petites exploitations mettent également en œuvre cette adoption discontinue de l'AC pour l'adapter à la logique de production. Mais une collaboration avec les

agronomes pour inventorier les itinéraires techniques réellement pratiqués à l'échelle de la parcelle serait nécessaire pour affiner cette analyse à l'échelle de l'exploitation.

Cette étude a également analysé l'implication de l'évolution du foncier dans la dynamique d'adoption de l'AC. Un seuil minimum d'adoption de 2 ha de *tanety* en propriété et un seuil minimum de maintien de cette adoption de 3 ha de *tanety* en propriété sont mis en évidence. Ces seuils sont spécifiques à l'adoption de l'AC à base de stylosanthes et sont applicables au contexte du Moyen Ouest du *Vakinankaratra*. Ces résultats remettent en question l'adaptabilité de ce type d'AC sur les Hautes Terres du *Vakinankaratra* ainsi que dans une grande partie de Madagascar où les surfaces moyennes sont bien inférieures à celle de la zone d'investigation.

Les résultats de cette étude apporteront aux agents de développement des informations pour : (i) mieux cibler les adoptants potentiels de l'AC et les actions de développement ; (ii) faciliter la transition vers l'AC et une meilleure implication de la technique dans l'amélioration des conditions de vie des exploitations agricoles ; (iii) adapter les approches et les dispositifs d'appui-conseil aux exploitants agricoles à leurs besoins d'amélioration. Pour affiner l'analyse de la dynamique d'adoption de l'AC, des études approfondies sont encore nécessaires pour mieux : (i) comprendre les raisons de non-adoption des exploitations qui ne sont pas encore dans une dynamique d'adoption de l'AC et les raisons de maintien pour une adoption de façon continue ; (ii) pour valider les seuils d'adoption ; (iii) connaître les exploitations avec une adoption discontinue de l'AC dont leurs caractéristiques, leurs raisons de reprise de l'AC ou encore le lien avec leurs stratégies de mise en location et/ou métayage des terres.

## DISCUSSIONS ET CONCLUSIONS GÉNÉRALES

L'agriculture de conservation (AC) est une technique agroécologique basée sur trois principes : (i) le non-labour du sol pour minimiser la perturbation du sol et de la litière ; (ii) le maintien en permanence d'une couverture végétale morte (*mulch*) ou vivante ; (iii) la rotation culturale en faisant référence à l'utilisation d'une association dans l'espace et/ou d'une succession dans le temps d'une diversité de plantes aux fonctions multiples pour produire et restituer au sol une forte biomasse (FAO, 2017). L'AC a été promue à Madagascar pour résoudre les problèmes de fertilité du sol et améliorer les productions agricoles des exploitations.

La thèse s'interrogeait d'abord sur les déterminants du comportement d'adoption de l'AC des exploitations agricoles dans un contexte où ces exploitations sont faiblement dotées en capital. Ceci dans l'objectif de préciser l'influence de l'accès au capital sur les comportements d'adoption et d'abandon de l'AC par les exploitations agricoles, dans le cas particulier de Madagascar. Ensuite, la thèse questionnait l'apport méthodologique du cadre SRL pour l'analyse des processus d'innovation à l'échelle de l'exploitation agricole, tout en mettant en perspective les concepts et approches couramment utilisés pour l'analyse de l'innovation.

## **1 Récapitulatifs et principaux acquis de la thèse**

### **1.1 Chapitre 1**

Ce chapitre positionne le cadrage conceptuel de la thèse à travers une revue de la littérature de la dissémination/adoption de l'AC en Afrique subsaharienne. Il a mis à l'épreuve le cadre SRL pour l'analyse des processus d'innovation à l'échelle de l'exploitation agricole.

La revue de la littérature montre que, malgré les performances agronomiques de l'AC ainsi que les efforts de dissémination de cette technique à travers des projets et programmes de développement depuis les années 1990, des contraintes spécifiques à chaque zone, aux caractéristiques des exploitations et au type d'AC promu entravent l'adoption de celle-ci par les exploitations agricoles. L'analyse de l'impact de l'AC révèle que l'impact économique, notamment l'augmentation de la production agricole et donc du revenu, n'est visible que sur le long terme, à condition que les trois principes de l'AC soient combinés. Les résultats traitant de l'impact environnemental de l'AC sont lacunaires et peu concluants. L'analyse de l'impact social, est quant à elle, inexistante dans la littérature.

On déduit de ce chapitre que le cadre SRL semble être pertinent pour bien comprendre les processus d'innovation dans la mesure où il permet :

- De faire une analyse ex-post des actions de promotion de l'AC. Il offre une vue d'ensemble de la promotion de l'AC auprès des exploitants agricoles et de ses impacts sur leurs moyens d'existence.

Les différentes composantes du cadre permettent une analyse approfondie des facteurs affectant l'adoption et l'impact de ce comportement d'adoption sur le moyens d'existence des exploitations agricoles tout en passant d'un niveau d'analyse micro au niveau macro sans perdre de vue la cohérence générale de l'analyse.

- De comprendre dans quelles mesures une agriculture durable, dont l'AC, conduit à des moyens d'existence durables dans lesquelles la durabilité est appréhendée à travers les trois piliers : économique, environnemental et social.

Toutefois, à la suite de Scoones (2009), des interrogations demeurent à l'issue de ce chapitre quant à la capacité du cadre SRL à appréhender l'aspect dynamique des processus d'innovation. Certaines analyses, qui sont au cœur de la recherche sur l'innovation, semblent être difficiles à traiter avec le cadre SRL. On peut citer l'analyse des processus d'apprentissage, basée sur l'accumulation continue et dynamique des savoir-faire à l'échelle de l'exploitation agricole ou les systèmes d'innovations impliquant un réseau d'acteur à différentes échelles (Winter and Nelson, 1982) ; ou encore la prise en compte de la notion de dépendance de sentier, stipulant que le changement technique actuel dépend des décisions d'adoption dans le passé (Mokyr, 1992, p. 163).

Les deux hypothèses de recherche à l'issue de ce chapitre sont :

Hypothèse 1 : L'accès aux capitaux sont les principaux déterminants du comportement d'adoption de l'AC à Madagascar.

Hypothèse 2 : Le cadre SRL est adapté pour l'analyse des processus d'innovation à l'échelle de l'exploitation, et apporte des dimensions complémentaires à celles des approches spécifiques à l'analyse des innovations.

## 1.2 Chapitre 2

Ce chapitre a décrit les caractéristiques spécifiques de la promotion de l'AC, du niveau d'adoption de l'AC, des moyens d'existence des exploitations agricoles dans le contexte particulier du Moyen Ouest du *Vakinankaratra* à Madagascar.

L'étude a montré une grande diversité et une forte inégalité des moyens d'existence entre les exploitations agricoles. La pauvreté est largement répandue avec environ 70 % des exploitations et des personnes qui vivent sous le seuil national de pauvreté. Cette pauvreté est d'abord liée à la faiblesse des dotations en capital. L'agriculture est l'activité principale pour les ménages ruraux de la zone d'étude. Cette sphère agricole s'imbrique avec différentes formes d'activités non agricoles. La contribution de ces activités non-agricoles dans le revenu global des ménages est très variable.

Il est à rappeler que l'AC est basée sur trois principes : (i) le non labour du sol pour minimiser la perturbation du sol et de la litière ; (ii) le maintien en permanence d'une couverture végétale morte (*mulch*) ou vivante ; (iii) la rotation culturale en faisant référence à l'utilisation d'une association dans l'espace et/ou d'une succession dans le temps d'une diversité de plantes aux fonctions multiples pour produire et restituer au sol une forte biomasse (FAO, 2017). Une gamme de système d'AC a été développée par la recherche pour les différentes zones agro-écologiques de Madagascar dans les années 1990. L'AC utilisant le stylosanthes comme plante de couverture et cultivée sur *tanety* (collines) était la plus diffusée dans la zone du moyen Ouest du *Vakinankaratra* en réponse aux problèmes de dégradation du sol et d'invasion d'une mauvaise herbe nommée *striga* qui limitait les possibilités de culture et de production de céréales.

La dissémination de ce type d'AC a été entre autre marquée par une approche très « top down » dans le cadre de projets de développement. Le niveau de première adoption de l'AC dans la zone d'étude est élevé mais les exploitations semblent avoir des difficultés à maintenir cette adoption dans le temps. De tel comportement d'adoption semble être en lien avec les caractéristiques des moyens d'existence des exploitations. En fait, des différences significatives en termes de dotation en capital (notamment de disponibilité foncière) et en termes de performance économique existent entre les exploitations appuyées et les non-appuyées par le projet.

### 1.3 Chapitre 3

L'objectif de ce chapitre est d'analyser l'influence des dotations en capitaux des exploitations agricoles sur leur comportement d'adoption ou d'abandon de l'AC. Un modèle économétrique de type probit avec censure a été élaboré en utilisant des données primaires quantitatives. Ce type de modèle permet de mieux appréhender le processus d'adoption, qui se décompose en (au moins) deux choix successifs : celui d'une première adoption, puis celui de l'abandon (ou du maintien) de la pratique. Le cadre SRL est utilisé comme grille d'analyse pour identifier les facteurs influençant (variables explicatives) le comportement de (première) adoption ou d'abandon de l'AC (variables à expliquer).

Cette méthode statique confirme que les dotations en capitaux des exploitations influencent de manière significative leur décision d'adoption ou d'abandon de l'AC. Les résultats portent sur les points suivants :

- La disponibilité foncière sur *tanety* (capital naturel) affecte à la fois la décision pour une première adoption et celle de l'abandon de l'AC. Les exploitations les mieux dotées en terre ont plus de chance d'adopter l'AC et ont moins de chance d'abandonner l'AC. En fait, l'AC à base de stylosanthes requiert une année de jachère sur deux. Seules les exploitations avec une plus grande surface peuvent en pratiquer. Le capital naturel peut également être apprécié par la qualité fertilisante du sol. L'étude a également mis en évidence que les exploitations qui perçoivent une mauvaise fertilité de leurs sols se sentent plus concernées par l'AC parce que l'AC a vocation à améliorer la fertilité du sol.
- La pauvreté monétaire entrave l'adoption de l'AC (capital financier). Des investissements sont nécessaires à l'adoption de l'AC car ce type d'innovation nécessite l'acquisition de matériel spécifique coûteux pour contrôler les plantes de couvertures. L'AC a ainsi plus de chance d'être adopté par les exploitations non-pauvres (au dessus du seuil de pauvreté) que par les pauvres (sous le seuil de pauvreté). Comparé aux pauvres, les non-pauvres : (i) ont une plus grande capacité d'autofinancement, un meilleur accès aux crédits, un horizon de planification plus long ; (ii) sont mieux dotés en capitaux et moins averses aux risques.
- L'appui technique des agents vulgarisateurs (capital humain) du projet promeut l'adoption continue de l'AC. Plus l'exploitation a reçu des appuis et conseils techniques de la part des agents de vulgarisation du projet, plus elle a de la chance d'adopter l'AC puis de maintenir cette adoption dans le temps. En fait, l'AC est une technique combinant trois principes pouvant être difficiles à mettre en œuvre par certaines exploitations sans la présence de structure d'appui et d'accompagnement à l'innovation.

## 1.4 Chapitre 4

Ce chapitre a apporté des éléments de précision sur les processus d'adoption de l'AC dans notre zone d'étude et sur les facteurs qui influencent ces processus selon une méthode dynamique. Quatre schémas d'adoption de l'AC, 10 ans environ après la première diffusion de la technique par le projet BVPI, ont été mis en évidence :

- **Non adoption** : les exploitations ne sont pas dans une dynamique d'adoption de l'AC car elles sont vulnérables au changement technique et ne sont pas suffisamment dotées en foncier pour se permettre les périodes de jachère requises en plante de couverture ;
- **Adoption puis abandon** : les exploitations ont tenté d'adopter l'AC et ont ensuite abandonné. Ces exploitations ont dans un premier temps mis en pratique le modèle technique diffusé par le projet, surtout dans une perspective d'amélioration de la fertilité du sol et donc d'amélioration des performances de leurs moyens d'existence. Cependant, certaines de ces exploitations ont ensuite abandonné, soit parce que l'AC ne leur permettait pas d'atteindre les résultats escomptés (ou promis lors de sa promotion par le projet) et les objectifs qu'elles s'étaient fixées lors de l'adoption initiale, soit parce que la technique ne correspondait pas à leur stratégie de production. D'autres exploitations ont abandonné après quelques années, par manque de capital adéquat (humain, naturel, physique et financier) ;
- **Adoption continue** : les exploitations sont dans une dynamique d'adoption continue car les moyens nécessaires pour pratiquer convenablement l'AC sont à leurs portées (en particulier les ressources foncières et le capital financier) ;
- **Adoption discontinue** : les exploitations sont dans une dynamique d'adoption qualifiée de discontinue. Elles mettent en œuvre des stratégies adaptatives aux problèmes rencontrés en mélangeant leurs pratiques agricoles actuelles (non-AC) avec l'AC. Il s'agit d'une dynamique d'adoption très peu documentée empiriquement. Certaines de ces exploitations s'appuient sur les activités non-agricoles pour gérer les risques afférents à l'expérimentation de la nouvelle technique. D'autres sont, à l'échelle locale, de « grands propriétaires terriens » (avec plus de 5 ha) qui mettent en location ou en métayage une part de leurs surfaces pour obtenir des rentes foncières, ce qui leur permet de renforcer leur revenu non-agricole. Certaines petites exploitations mettent également en œuvre cette adoption discontinue de l'AC, en adaptant le modèle technique à leurs contraintes.

Ce chapitre a également permis d'approfondir le rôle de l'évolution du foncier dans ce processus d'adoption de l'AC. Des seuils de superficies de *tanety* en propriété ont été mis en évidence. Il apparaît que l'adoption de l'AC requiert un seuil minimum de 2 ha de *tanety*. Pour maintenir cette adoption dans le temps, il faut atteindre le seuil minimum de 3 ha. Ces seuils sont spécifiques au système à base de stylosanthes et au contexte du Moyen Ouest du *Vakinankaratra*. Toutefois, ils remettent en question l'adaptabilité de ce type d'AC sur les Hautes Terres du *Vakinankaratra* ainsi que dans une grande partie de Madagascar où les surfaces moyennes sont bien inférieures à celle de la zone d'investigation.



## 2 Discussions des résultats

### 2.1 Comportements d'adoption de l'agriculture de conservation par les exploitations agricoles

Rogers (2003) décompose le processus de dissémination et d'adoption d'une innovation agricole en différentes phases : (1) connaissance, (2) persuasion, (3) décision, (4) essai, et (5) confirmation. La première phase correspond à une étape de découverte par les exploitations agricoles de l'innovation, souvent issue de la recherche. Durant la seconde phase, des actions de dissémination visent à persuader les exploitations d'adopter l'innovation (adoption initiale). A la troisième phase, les exploitations décident d'adopter ou non l'innovation. Si l'exploitation décide d'adopter, la quatrième phase correspond à la phase d'expérimentation de l'innovation au sein de l'exploitation agricole. A la cinquième phase, les exploitations sont capables d'évaluer l'innovation et décident à nouveau de continuer l'adoption ou d'abandonner (adoption continue ou abandon).

Ce schéma linéaire de dissémination et d'adoption d'une innovation de Rogers (2003) est conforme aux observations empiriques de la dissémination de l'AC et de l'adoption de celle-ci par les exploitations agricoles du Moyen Ouest du *Vakinankaratra*. L'étude montre qu'arrivées à la troisième phase, 80% des exploitations de la zone étudiée ne veulent pas adopter l'AC. Il en résulte un faible niveau de (première) adoption de l'AC, que l'on peut constater plus globalement à Madagascar (Penot et al., 2015) comme dans d'autres pays d'Afrique subsaharienne. La pauvreté en est un élément explicatif. Les exploitations décident de ne pas être dans une dynamique de changement technique parce qu'elles sont dans une stratégie de survie et qu'elles sont plus vulnérables au changement technique. Or, dans le rapport de suivi des objectifs du développement durable de 2013, la proportion des personnes vivant en dessous du seuil de pauvreté de 1,25 \$ par jour est estimée à 77,1 % à Madagascar (INSTAT, 2013). Dans la région du *Vakinankaratra* environ 70 % des exploitations et des personnes sont sous le seuil national de pauvreté (INSTAT, 2011). Cette pauvreté ne se limite pas à la pauvreté monétaire. Différentes études reconnaissent les multiples dimensions de la pauvreté (Alkire et al., 2015; Bourguignon and Chakravarty, 2003; Deutsch and Silber, 2005) pouvant se traduire par un manque d'accès en capitaux. L'accès au foncier joue également un rôle déterminant dans cette prise de décision concernant l'adoption de l'AC à base de stylosanthes.

Malgré le faible niveau d'adoption, la part des exploitations qui entrent dans la phase d'expérimentation n'est pas non plus négligeable (environ 20% des exploitations de la zone étudiée). Ce niveau relativement élevé de première adoption de l'AC est lié principalement à une motivation des exploitations à améliorer leurs moyens d'existence, avec en particulier une plus grande considération pour les problèmes de dégradation des sols.

A la cinquième phase, la majorité des exploitations qui ont expérimenté l'AC (environ 18 % des exploitations de la zone d'étude) décident d'abandonner la technique. Ceci est expliqué

principalement par le manque de capital adéquat (humain, naturel, physique et financier) des exploitations agricoles pour maintenir l'adoption, et secondairement, parce que l'AC ne leur permet pas d'atteindre les résultats escomptés, ou parce que la technique ne correspond pas à leur stratégie de moyens d'existence.

Seulement 2% environ des exploitations de la zone d'étude ont décidé de continuer l'adoption de l'AC jusqu'à la cinquième phase. L'acquisition d'un rouleau, un équipement spécifique qui permet d'écraser la plante de couverture, à travers un groupement, a permis à certaines exploitations de maintenir l'adoption sur le long terme. Ceci montre que si les moyens nécessaires pour pratiquer convenablement l'AC sont à la portée des exploitants. Ces derniers peuvent entamer une dynamique d'adoption puis poursuivre dans cette dynamique pour améliorer leurs moyens d'existence.

Cette étude a également mis en évidence des possibilités de reprise de la pratique de l'AC par les exploitations agricoles, après des années d'abandon, et une forte capacité de certaines exploitations à adapter l'AC et innover, que ces exploitations soient petites ou grandes (taille de l'exploitation appréciée par la surface agricole utile). Ces exploitations pratiquent une adoption discontinue de l'AC et mettent en œuvre des stratégies d'adaptation aux problèmes rencontrés, en hybridant les pratiques agricoles actuelles (non-AC) et l'AC. Ces stratégies font échos à Baudron et *al.* (2007), qui proposent quatre archétypes d'adoption de l'AC : (i) adoption rapide de l'AC et de ses trois composantes ; (ii) adoption partielle des trois composantes de l'AC ; (iii) alternance entre adoption et abandon de l'AC; (iv) adoption puis abandon notamment après l'arrêt du projet. Nos travaux mettent en lumière de façon empirique l'existence d'une alternance entre adoption et abandon de l'AC, un comportement qui n'a pas encore été documenté par d'autres études empiriques en Afrique. Les exploitations ayant ce comportement d'adoption « novateur » s'appuient sur les activités non-agricoles pour gérer les risques afférents à l'expérimentation de la nouvelle technique. D'autres sont de « grands propriétaires terriens » (avec plus de 5 ha) qui obtiennent des rentes foncières pour renforcer leur revenu non-agricole. Des petites exploitations adoptent également l'AC de façon discontinue. La technique initialement proposée par les techniciens vulgarisateurs est modifiée à la parcelle pour ces petites exploitations afin d'adapter l'AC à leurs logiques de production.

Contrairement à ce qui paraît a priori, ces résultats montrent l'intérêt des exploitations à Madagascar pour l'expérimentation de nouvelles techniques. Mais des contraintes fortes, principalement liées à l'accès au capitaux, entravent la (première) adoption et le maintien de cette adoption dans le temps.

## 2.2 Apports du cadre SRL pour l'analyse des processus d'innovation

S'interroger si le cadre SRL est adapté pour analyser les processus d'innovation a suscité notre attention dans cette thèse. Ce cadre a été utilisé comme grille d'analyse dans chaque chapitre de la thèse. Dans le chapitre 1, il a permis de comprendre la dissémination, l'adoption de l'AC et l'impact de cette technique sur les moyens d'existence des exploitations agricoles en Afrique subsaharienne. Dans le chapitre 2, il a permis de faire un diagnostic des moyens d'existence des exploitations de la zone d'étude. Les éléments du cadre SRL influençant les comportements d'adoption et d'abandon de l'AC des exploitations agricoles ont été analysés de façon statique dans le chapitre 3 et de façon dynamique dans le chapitre 4.

Le chapitre 1 révèle plus précisément que le cadre SRL peut être une grille d'analyse adaptée pour faire un diagnostic de la promotion de l'AC en post-projet afin d'améliorer les actions futures de développement. Ce cadre permet une meilleure compréhension du cheminement des actions de dissémination et d'adoption : Pourquoi l'AC s'insère-t-il dans les discours du développement durable à l'échelle internationale ? Pourquoi cette technique a-t-elle été véhiculée par les agents d'extension sous forme d'« information technique » à l'échelle de l'exploitation agricole ? Pourquoi les comportements des exploitants diffèrent vis-à-vis de l'adoption de l'AC ? Quel est l'impact de l'AC sur les moyens d'existence des exploitations adoptantes ?

Les chapitres 3 et 4 montrent que le caractère holistique du cadre SRL, reconnaissant les multiples influences, acteurs, stratégies et résultats de « moyens d'existence » à « différentes échelles d'analyse » (DFID, 1999), permet de réaliser une étude précise sur les déterminants des processus complexes de prise de décision quant à l'adoption de l'AC à l'échelle de l'exploitation. En se référant à Rogers (2003), ce processus suit les étapes suivantes : (1) connaissance, (2) persuasion, (3) décision, (4) essai, and (5) confirmation. Le cadre permet de bien identifier les facteurs affectant chaque décision dans le processus d'adoption. Brown et al. (2017a) ont mené une étude plus ou moins similaire en utilisant une variante du cadre SRL nommé *Livelihood Platforms Approach* pour structurer une analyse qualitative de la non-adoption et de l'abandon.

Cette étude confirme toutefois que le cadre SRL n'est pas réellement adapté pour traiter les questions se rapportant à une analyse dynamique des processus d'innovation, relevant de l'accumulation des compétences et de l'apprentissage qui se matérialisent en routines qui aboutissent à des savoir-faire. Il a été mis en évidence que les appuis et les conseils techniques (chapitre 3) et l'apprentissage social (chapitre 4) jouent un rôle déterminant sur la décision d'adoption, d'abandon ou de maintien de l'adoption à l'échelle de l'exploitation. Cependant, le cadre ne permet pas d'appréhender ces effets d'apprentissages. Ces dimensions cognitives sont en effet grossièrement prises en compte à travers le capital humain (Duncombe, 2014) ou à travers le capital social (chapitre 4) et restent difficiles à afficher dans le cadre SRL (Dorward et al., 2003). Ce qui confirme encore, comme le souligne Scoones (2009), l'ampleur des défis méthodologiques et conceptuels pour mener une analyse

dynamique avec ce cadre. Les approches classiques d'analyse des processus d'innovations sont sans doute plus satisfaisantes pour traiter cet aspect dynamique.

Les différents éléments du cadre SRL peuvent être décrits ou analysés à partir d'un certain nombre d'indicateurs et de variables. Par contre, le cadre SRL a montré ses limites : des difficultés ont été rencontrées pour classer les raisons d'adoption ou d'abandon de l'AC dans les composantes du cadre SRL. Bosc et *al.* (2015) ont également mis en évidence les difficultés pratiques pour définir et chiffrer certaines variables visant à caractériser les types de capital. Par exemple, dans cette étude, une des raisons d'adoption ou d'abandon de l'AC est l'apprentissage social : les exploitants prennent le temps nécessaire pour observer les échecs ou les réussites des voisins avant de prendre une décision concernant l'adoption au sein de leur propre exploitation. Cette raison peut être considérée comme étant du ressort du capital social, tel que cela a été justifié dans l'étude, mais elle peut être également considérée comme une stratégie de moyens d'existence. Un autre exemple est que l'exploitant a adopté pour « *bénéficier des intrants préfinancés par le projet* ». Cette raison peut à la fois être considérée comme une composante du volet « capital » si on considère les intrants comme un capital physique ; et celle du volet « résultats » parce qu'il s'agit d'un moyen de réduction des charges de production ; et également celle du volet « institution et organisation » en lien avec les activités du projet. Un dernier exemple concerne le fait que les exploitants soient « *convaincus par la sensibilisation des techniciens* », Cette déclaration peut être liée à la composante « capital » du cadre SRL parce qu'elle montre la confiance que l'exploitant a pour les techniciens vulgarisateurs quant à la performance de l'AC. Cette déclaration de l'exploitant peut également être classée dans la composante « institution et organisation » du cadre étant donné que l'AC a été promue dans le cadre du projet par l'intermédiaire des techniciens vulgarisateurs. Notre analyse a dû faire des choix sur la catégorisation des comportements et des évaluations subjectives des circonstances extérieures exprimées par les acteurs, et qui influence leurs choix.

### **3 Intérêts et limites de l'étude**

La thèse s'est focalisée sur les processus d'innovation et plus particulièrement sur les processus de prise de décision quant à l'adoption de l'AC à l'échelle de l'exploitation agricole. Cette étude a analysé le cas de l'AC qui est une innovation agroécologique pouvant contribuer au développement durable. Elle répond aux nouveaux et multiples enjeux globaux et nationaux de développement : la dégradation du sol, le changement climatique, l'augmentation de la population, les inégalités, la pauvreté, la sécurité alimentaire. La thèse a ainsi traité une thématique de recherche d'actualité.

La démarche méthodologique consiste à combiner une analyse statique et une analyse dynamique en utilisant des données primaires de type quantitatif et qualitatif, produites dans le cadre de la thèse. L'approche quantitative se base sur un large échantillon d'exploitations agricoles (240) dont la moitié a été directement appuyée par le projet BVPI SE/HP et a été tirée dans la base de données du projet. L'autre moitié n'a pas été appuyée par le projet et a été tirée au sort dans la liste des ménages issue de la liste électorale. Cette approche a permis de faire des analyses statistiques et économétriques sur les moyens d'existence des exploitations et sur l'utilisation de l'AC au temps *t* par ces exploitations. Le mode d'échantillonnage retenu, qui visait à disposer d'un effectif important de chaque catégorie, conduit à des taux de sondage bien supérieur pour les exploitations appuyées par le projet que pour celles non-appuyées. Cette méthode a permis d'effectuer des comparaisons entre les deux groupes mais ne permet pas de représenter la situation générale dans la zone d'étude, ce qui peut biaiser l'analyse statistique. Pour y remédier, il a fallu pondérer les observations selon l'importance dans la population totale des exploitations agricoles.

L'analyse dynamique rétrospective a permis de préciser les facteurs qui ont prévalu aux processus de prise de décision sur l'adoption ou l'abandon de l'AC au sein de l'exploitation agricole. Cette analyse a permis, de manière non attendue, de mettre en évidence une pratique discontinue de l'AC, ce qui n'avait pas pu être identifié avec une analyse statique. Ce résultat justifie l'intérêt de conjuguer analyse statique et dynamique pour comprendre la dynamique d'adoption d'une innovation. La production de données de panel ou l'utilisation d'une base de données existante auraient pu être un matériel adéquat pour suivre les processus d'adoption de l'AC dans le temps. Toutefois, de telle base n'existe pas à Madagascar et le temps de la thèse ne permettait pas d'en produire.

Le processus d'adoption de l'AC a été analysé à travers des méthodes statiques et dynamiques rétrospectives. L'approche rétrospective couple l'analyse des moyens d'existence avec celle de la dynamique d'adoption de l'AC. Une limite de l'étude est que cette analyse dynamique ne concerne que le foncier (chapitre 4). La dynamique de la disponibilité du travail (familial et mobilisation de travail extérieur) aurait également été très pertinente à analyser, compte tenu de la forte contrainte sur le travail qui est mentionnée comme raison d'abandon ou de modification de pratiques. Il aurait également été intéressant de compléter cette analyse rétrospective par des histoires de vie de quelques cas d'exploitations qui permettent d'analyser au cas par cas la dynamique d'adoption de l'AC.

## 4 Implications pour le développement

### 4.1 Subventions de matériel spécifique à l'agriculture de conservation

Les exploitations agricoles doivent être appuyées pour pouvoir s'engager dans une dynamique d'adoption et s'y maintenir. En plus des subventions en intrants, les équipements spécifiques qui faciliteraient la mise en œuvre de l'AC pourraient être subventionnés. La capacité d'autofinancement des exploitations est faible et le manque d'accès à des services financiers adaptés (crédit, épargne, assurance) handicape l'adoption d'une telle technique (Wampfler et *al.*, 2010). La nécessité d'un investissement supplémentaire dans du matériel ne peut que limiter l'adoption d'une innovation (Grabowski et *al.*, 2016b).

Pour faciliter l'acquisition et l'utilisation de ces équipements, coûteux comparés aux revenus de ces exploitations, une meilleure structuration du monde rural sous forme de groupements (formels ou informels) est nécessaire. Mais les groupements de paysans peinent à perdurer à Madagascar (Blanc-Pamard and Fauroux, 2004). Par conséquent, d'autres alternatives sont à tester, par exemple une gestion du matériel au niveau du *fokontany*. Le matériel pourrait devenir un bien commun du *fokontany*, auquel tous les villageois peuvent avoir accès. Le chef *fokontany* pourrait donner son approbation pour l'utilisation du matériel par une exploitation dans le village. Un comité de suivi et de contrôle externe aux personnels administratifs du *fokontany* pourrait assurer la gestion du stock et du matériel. Une autre alternative pourrait être également de mettre en place un marché de services permettant la location d'un tel équipement à un prix abordable.

### 4.2 Implication de l'Etat dans la promotion de l'agriculture de conservation

L'Etat s'est désengagé des activités de production dont l'agriculture depuis les années 1980. Il est impératif de redéfinir le rôle de l'Etat dans la promotion de l'AC et d'autres techniques agroécologiques, dans un contexte où de nouveaux enjeux de développement émergent (changement climatique, persistance de la dégradation du sol, de la pauvreté et de l'insécurité alimentaire).

Une meilleure implication de l'Etat dans la promotion des pratiques agroécologiques en général et l'AC en particulier peut se faire à travers des instruments politiques, tout en renforçant la collaboration avec les bailleurs de fonds et le partenariat public-privé.

L'AC a été disséminée à Madagascar dans le cadre de projets/programmes de développement. Toutefois, ces actions de développement sont limitées dans le temps, alors que l'adoption de l'AC est un processus dynamique avec des impacts qui ne peuvent être appréciés que sur le long terme. L'Etat pourrait ainsi appuyer la mise en place de structures permanentes, comme les plateformes d'innovation régionales et nationales mentionnées ci-dessus.

L'Etat pourrait également faciliter l'accès aux capitaux pour lever les contraintes d'adoption de l'AC. Il pourrait par exemple maintenir les différentes formes d'incitations à l'adoption, qui sont déjà un trait caractéristique de la dissémination de l'AC dans différents pays d'Afrique subsaharienne. Ces mesures incitatives ont été critiquées, comme étant des sources potentielles de biais dans l'estimation du niveau d'adoption de l'AC (Brown et *al.*, 2017a), parce qu'elles amènent à une « pseudo-adoption » ou une « adoption artificielle », non durable, liée uniquement à l'existence du projet (Andersson and D'Souza, 2014). Mais l'Etat doit renforcer la collaboration avec les bailleurs de fonds pour pouvoir augmenter le budget dédié à l'agriculture et au transfert de nouvelles techniques dont l'AC.

La propriété foncière revient maintes fois dans l'étude comme un élément déterminant de l'adoption de l'AC, notamment celle utilisant le stylosanthes comme plante de couverture. L'Etat peut faciliter l'accès à la terre même dans le contexte du Moyen Ouest, où la surface agricole utile est en moyenne plus élevée par rapport à d'autres régions. La question foncière est un sujet délicat à Madagascar. Elle est à traiter avec tact car source de conflits étant donné que le capital naturel « la terre » y est une base de la richesse (Hamilton, 2006).

## 5 Agenda de recherche

### 5.1 Multidisciplinarité dans l'analyse des processus d'innovation agricole

L'analyse de l'innovation ne se limite pas à la sphère économique et évolue de plus en plus vers une collaboration entre les économistes et les sociologues. L'enjeu est alors d'élargir à d'autres disciplines en associant la gestion, la géographie et l'agronomie dans l'analyse des processus d'innovation (Temple et *al.*, 2018b).

L'étude de cas à Madagascar menée dans le cadre de cette thèse confirme l'intérêt de combiner l'économie et la sociologie avec l'agronomie, en utilisant des méthodes d'analyses diverses et complémentaires (quantitatives et qualitatives, analyse statiques et dynamiques) pour mieux conduire les recherches sur les processus d'innovation. Une analyse agronomique à l'échelle de la parcelle est par exemple nécessaire pour identifier les systèmes de cultures réellement mis en œuvre par les exploitants quand ils adoptent de façon continue et discontinue l'AC. Etant donné les contraintes d'adoption spécifiques à l'AC à base de stylosanthes (chapitre 4), particulièrement en termes de travail, il serait également intéressant d'approfondir la recherche agronomique sur l'AC afin de proposer une gamme de systèmes d'AC plus diversifiée pour s'adapter à la diversité des situations des exploitations agricoles. Une analyse en sociologie ou en sociologie économique est nécessaire pour se pencher davantage sur l'analyse de la dimension sociale ayant un poids important sur la dynamique d'adoption de l'AC. Notre étude a par exemple mis en évidence que cette dimension sociale intervient à travers les formes d'apprentissage social, le rôle des groupements de paysans dans la dissémination de l'AC, la relation de confiance ou de conflit entre les techniciens de vulgarisation et le paysan, ou encore les normes sociales en prenant l'exemple des pâturages libres pour les zébus au sein de communauté.

### 5.2 Approfondir la recherche sur l'accompagnement et le conseil

L'approche diffusionniste a été critiquée par les évolutionnistes depuis les années 1980, pour ses limites à fournir des innovations adaptées aux contextes des exploitations agricoles. Cette même approche a encore dominé la dissémination de l'AC en Afrique subsaharienne et à Madagascar dans les années 1990. Il s'agit d'une approche « *top-down* », caractérisée par un conseil très dirigé et prescriptif sur l'AC. Il en résulte un faible niveau d'adoption de l'AC par les exploitations agricoles.

Il serait intéressant d'adapter les méthodes et les dispositifs de conseil et d'accompagnement des exploitants et de développer une approche plus participative. La mise en place de structures qui s'apparentent aux systèmes d'innovation souvent formalisés par des plateformes d'innovation serait intéressant à développer à différentes échelles :



- L'une à l'échelle régionale, faisant intervenir un réseau d'acteurs à différents niveaux de la chaîne de valeur, comprenant les exploitants agricoles, les groupements de paysan, les coopératives, les fournisseurs de services, les consommateurs, les chercheurs. Cette plateforme à l'échelle régionale aurait vocation à produire des connaissances sur l'AC, en combinant les savoir-faire des exploitants et des autres acteurs de la chaîne de valeur et les connaissances scientifiques des chercheurs. Les innovations qui émergent dans les plateformes d'innovation sont jugées techniquement adaptées et économiquement faisables pour les exploitants, ainsi que socialement et politiquement acceptables (Schut et al., 2018). C'est une approche qui est encore peu développée à Madagascar et qui pourrait être une piste de recherche intéressante à creuser.
- L'autre à l'échelle nationale, faisant intervenir tous les acteurs : les institutions de recherche, les fédérations des groupements de paysans, les coopératives ... Des plateformes similaires, nommées *Task force nationale agriculture de conservation* sont déjà coordonnées par la FAO pour la promotion de l'AC à Madagascar et dans d'autres pays d'Afrique subsaharienne. Approfondir la recherche sur une telle approche serait également intéressant pour faciliter la transition vers l'AC.

### **5.3 Adoption discontinue de l'agriculture de conservation**

Ce travail a permis de mettre en évidence l'existence d'une pratique discontinue de l'AC. L'étude n'a pas pu approfondir les recherches sur les raisons de reprise de l'AC pour ces exploitations. Cependant, des liens entre ce comportement d'adoption et le mode de faire-valoir des terres semblent exister. Certaines exploitations qui adoptent l'AC de façon discontinue sont par exemple des « grands propriétaires » qui mettent une grande partie de leurs terres en métayage et en location. Il serait ainsi intéressant d'approfondir la recherche sur ce comportement « novateur » d'adoption de l'AC : Quelles sont les caractéristiques de ces exploitations ? Quelles sont les stratégies sous-jacentes ? Quelles sont les performances de cas pratiques ? Quels sont les liens entre l'adoption discontinue de l'AC et le mode de faire-valoir des terres ?

### **5.4 Seuils d'adoption de l'agriculture de conservation à valider sur un échantillon plus grand**

Cette étude a permis de mettre en évidence que l'adoption de l'AC requiert un seuil minimum d'adoption de 2 ha de *tanety*. Pour maintenir cette adoption dans le temps, il faut atteindre le seuil minimum de 3 ha. Il serait intéressant de répliquer de telles analyses pour d'autres systèmes d'AC et/ou dans d'autres zones agroécologiques de Madagascar sur un échantillon plus grand pour mieux cibler les actions de promotion de l'AC.

## **5.5 Production de base de données pour l'analyse des processus d'innovation**

Une des limites de cette recherche est l'inexistence de données de panels permettant de suivre la dynamique des processus d'innovation. Les données disponibles sont souvent issues des bases de données de projet, qui sont limitées dans le temps et mobilisent des méthodes non uniformisées. Le temps de la thèse ne permettait pas d'en produire. Il serait intéressant de produire des bases de données avec des méthodes harmonisées permettant de suivre et d'accompagner les processus d'innovation à l'échelle nationale.

L'étude a mis en évidence que la perception de la fertilité du sol influence les décisions d'adoption et d'abandon de l'AC. Toutefois, des données précises sur le statut de fertilité du sol et le degré de dégradation du sol n'existent pas non plus à Madagascar. Ces informations sont nécessaires pour valider les perceptions paysannes sur la fertilité et permettent de mieux cibler les actions de promotion de l'AC ainsi que les recherches y afférentes.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdulai, A., Huffman, W.E., 2005. The Diffusion of New Agricultural Technologies: The Case of Crossbred-Cow Technology in Tanzania. *American Journal of Agricultural Economics* 87, 645–659. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8276.2005.00753.x>
- Abdulai, A., Owusu, V., Goetz, R., 2011. Land tenure differences and investment in land improvement measures: Theoretical and empirical analyses. *Journal of Development Economics* 96, 66–78. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2010.08.002>
- Abdulai, A.N., 2016. Impact of Conservation Agriculture Technology on Household Welfare in Zambia. *Agricultural Economics* 47, 729–741. <https://doi.org/10.1111/%28ISSN%291574-0862/issues>
- Adato, M., Meinzen-Dick, R.S. (Eds.), 2007. *Agricultural research, livelihoods, and poverty: studies of economic and social impacts in six countries*, International Food Policy Research Institute. Johns Hopkins University Press ; Published for the International Food Policy Research Institute, Baltimore, Md. : Washington, D.C.
- Akouwah, P., 2012. Promoting conservation agriculture approaches for sustainable agricultural production through capacity building of field extension agents. *Journal of Developments in Sustainable Agriculture* 7, 129–133.
- Alexis, D., 2015. Nonparametric Pairwise Multiple Comparisons in Independent Groups Using Dunn's Test. *Stata Journal* 1, 292–300.
- Alkire, S., Foster, J.E., Seth, S., Santo, M.E., Roche, J.M., 2015. *Multidimensional poverty measurement and analysis. 2 2*. Oxford Poverty & Human Development Initiative, Oxford.
- Altieri, M.A., 2018. *Agroecology : The Science Of Sustainable Agriculture*, Second Edition. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429495465>
- Amsalu, A., de Graaff, J., 2007. Determinants of adoption and continued use of stone terraces for soil and water conservation in an Ethiopian highland watershed. *Ecological Economics* 61, 294–302. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.01.014>
- Andersson, J.A., D'Souza, S., 2014a. From adoption claims to understanding farmers and contexts: A literature review of Conservation Agriculture (CA) adoption among smallholder farmers in southern Africa. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 187, 116–132.
- Andersson, J.A., D'Souza, S., 2014b. From adoption claims to understanding farmers and contexts: A literature review of Conservation Agriculture (CA) adoption among smallholder farmers in southern Africa. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 187, 116–132. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.08.008>
- Andrianirina, N., 2013. *L'Agriculture pour le Développement: pertinence et limites à l'échelle des ménages ruraux. Une approche dynamique comparative pour trois régions de Madagascar*.
- Andrieu, N., Barbier, J.-M., Delmotte, S., Dugué, P., Hossard, L., Le Gal, P.-Y., Michel, I., Stark, F., De Tourdonnet, S., 2018. Co-conception de changements techniques et

- organisationnels au sein des systèmes agricoles, in: Innovation et développement dans les systèmes agricoles et alimentaires, Edition Quae. pp. 151–161.
- Apina, E.T., 2009. Conservation agriculture demonstration guide. African Conservation Tillage Network. Nairobi.
- Arrow, K.J., 1962. The Economic Implications of Learning by Doing. *The Review of Economic Studies* 29, 155–173. <https://doi.org/10.2307/2295952>
- Arslan, A., McCarthy, N., Lipper, L., Asfaw, S., Cattaneo, A., 2014a. Adoption and intensity of adoption of conservation farming practices in Zambia. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 187, 72–86.
- Arslan, A., McCarthy, N., Lipper, L., Asfaw, S., Cattaneo, A., 2014b. Adoption and intensity of adoption of conservation farming practices in Zambia. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 187, 72–86. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.08.017>
- Ashley, C., Carney, D., 1999. Sustainable Livelihoods: Lessons from Early Experience. Department for International Development.
- Badillo, P.-Y., 2013. Les théories de l'innovation revisitées : une lecture communicationnelle et interdisciplinaire de l'innovation ? Du modèle « Émetteur » au modèle communicationnel, Abstract, Resumen. *Les Enjeux de l'information et de la communication* 19–34.
- Barrett, C., Reardon, T., Webb, P., 2001. Nonfarm income diversification and household livelihood strategies in rural Africa: concepts, dynamics, and policy implications. *Food Policy* 26, 315–331. [https://doi.org/10.1016/S0306-9192\(01\)00014-8](https://doi.org/10.1016/S0306-9192(01)00014-8)
- Barrett, C.B., Reardon, T., Webb, P., 2001. Nonfarm income diversification and household livelihood strategies in rural Africa: concepts, dynamics, and policy implications. *Food Policy* 26, 315–331. [https://doi.org/10.1016/S0306-9192\(01\)00014-8](https://doi.org/10.1016/S0306-9192(01)00014-8)
- Baudron, F., African Conservation Tillage Network, CIRAD (Organization), Food Agriculture Organization of the United Nations (Eds.), 2007. Conservation agriculture in Zambia: a case study of Southern Province, Conservation agriculture in Africa series. African Conservation Tillage Network ; Food Agriculture Organization of the United Nations, Nairobi: Centre de coopération internationale de recherche agronomique pour le développement ; Rome, Italy.
- Bebbington, A., 1999. Capitals and Capabilities: A Framework for Analyzing Peasant Viability, Rural Livelihoods and Poverty. *World Development* 27, 2021–2044. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(99\)00104-7](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(99)00104-7)
- Belay, M., Bewket, W., 2013. Farmers' livelihood assets and adoption of sustainable land management practices in north-western highlands of Ethiopia. *International Journal of Environmental Studies* 70, 284–301. <https://doi.org/10.1080/00207233.2013.774773>
- Blanc-Pamard, C., Fauroux, E., 2004. L'illusion participative: Exemples ouest-malgaches. *Autrepart* 31, 3. <https://doi.org/10.3917/autr.031.0003>
- Blein, R., Bwalya, M., Chimatiro, S., Faivre-Dupaigre, B., Kisira, S., Leturque, H., Wambo-Yamdjeu, A., 2013. Agriculture in Africa, Transformation and outlook, NEPAD. ed.
- Boahen, P., African Conservation Tillage Network, CIRAD (Organization), Food and Agriculture Organization of the United Nations (Eds.), 2007. Conservation agriculture

- as practised in Ghana, Conservation agriculture in Africa series. African Conservation Tillage Network ; Centre de coopération international de recherche agronomique pour le développement ; Food and Agriculture Organization of the United Nations, Nairobi : Paris, France : Rome, Italy.
- Bonny, S., 2010. L'intensification écologique de l'agriculture: voies et défis, in: ISDA 2010. Cirad-Inra-SupAgro, pp. 11–p.
- Bosc, P.-M., Sourisseau Jean-Michel, Bonnal, P., Valette, E., Bélières, J.-F., 2015. Diversité des agricultures familiales : exister, se transformer, devenir, Quae. ed, Nature et Société. RD 10 F-78026 Versailles Cedex.
- Bourguignon, F., Chakravarty, S.R., 2003. The measurement of multidimensional poverty. The Journal of Economic Inequality 1, 25–49.
- Brabant, P., 2010. A land degradation assessment and mapping method : a standard guideline proposal. Comité Scientifique Français de la Désertification, Les dossiers thématiques CSFD/Agropolis International, 52.
- Brouder, S.M., Gomez-Macpherson, H., 2014. The impact of conservation agriculture on smallholder agricultural yields: A scoping review of the evidence. Agriculture, Ecosystems & Environment 187, 11–32. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.08.010>
- Brown, B., Llewellyn, R., Nuberg, I., 2017a. Global learnings to inform the local adaptation of conservation agriculture in Eastern and Southern Africa. Global Food Security. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.10.002>
- Brown, B., Nuberg, I., Llewellyn, R., 2017b. Stepwise frameworks for understanding the utilisation of conservation agriculture in Africa. Agricultural Systems 153, 11–22. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2017.01.012>
- Brown, B., Nuberg, I., Llewellyn, R., 2017c. Negative evaluation of conservation agriculture: perspectives from African smallholder farmers. International Journal of Agricultural Sustainability 15, 467–481. <https://doi.org/10.1080/14735903.2017.1336051>
- Bruelle, G., Affholder, F., Abrell, T., Ripoché, A., Dusserre, J., Naudin, K., Tittonell, P., Rabeharisoa, L., Scopel, E., 2017. Can conservation agriculture improve crop water availability in an erratic tropical climate producing water stress? A simple model applied to upland rice in Madagascar. Agricultural Water Management 192, 281–293. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.07.020>
- Brundtland, G.H., 1987. Rapport Brundtland. Ministère des Affaires étrangères et du Développement international. L'Odyssée du développement durable. [http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/sites/odysee-developpementdurable/files/5/rapport\\_brundtland.pdf](http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/sites/odysee-developpementdurable/files/5/rapport_brundtland.pdf) (Page consultée le 31 mai 2014).
- Byerlee, D., Diao, X., Jackson, C., 2005. Agriculture, rural development and pro-poor growth : country experiences in the post-reform Era.
- Carvalho, L.S., 2010. Poverty and time preference.
- Cellule de projet BVPI SE/HP, 2013. Rapport final d'activités du projet BVPI SE/HP.
- Chambers, R., Conway, G., 1992. Sustainable rural livelihoods: practical concepts for the 21st century, IDS Discussion Paper. Institute of Development Studies (UK).

- Chambers, R., Pacey, A., Thrupp, L.A., 1989. *Farmer First*. Practical Action Publishing. <https://doi.org/10.3362/9781780440149>
- Chiputwa, B., Langyintuo, A.S., Wall, P., 2011. Adoption of conservation agriculture technologies by smallholder farmers in the Shamva District of Zimbabwe: A Tobit application, in: Paper Accepted for the 2011 Meeting of the Southern Agricultural Economics Association (SAEA) in Texas, USA.
- Christiaensen, L., Demery, L., Kuhl, J., 2011. The (evolving) role of agriculture in poverty reduction—An empirical perspective. *Journal of Development Economics* 96, 239–254. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2010.10.006>
- Cohen, M.D., Burkhart, R., Dosi, G., Egidi, M., Marengo, L., Warglien, M., Winter, S.G., 1996. Routines and other recurring action patterns of organizations : contemporary research issues. *Industrial and Corporate Change*, Oxford University Press 5, 653–698.
- Coombs, R., Hull, R., 1998. 'Knowledge management practices' and path-dependency in innovation. *Research Policy* 27, 237–253. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(98\)00036-5](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(98)00036-5)
- Corbeels, M., de Graaff, J., Ndah, T.H., Penot, E., Baudron, F., Naudin, K., Andrieu, N., Chirat, G., Schuler, J., Nyagumbo, I., Rusinamhodzi, L., Traore, K., Mzoba, H.D., Adolwa, I.S., 2014a. Understanding the impact and adoption of conservation agriculture in Africa: A multi-scale analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 187, 155–170. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.10.011>
- Corbeels, M., de Graaff, J., Ndah, T.H., Penot, E., Baudron, F., Naudin, K., Andrieu, N., Chirat, G., Schuler, J., Nyagumbo, I., Rusinamhodzi, L., Traore, K., Mzoba, H.D., Adolwa, I.S., 2014b. Understanding the impact and adoption of conservation agriculture in Africa: A multi-scale analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 187, 155–170. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.10.011>
- Corbeels, M., Thierfelder, C., Rusinamhodzi, L., 2015. Conservation agriculture in sub-Saharan africa, in: *Conservation Agriculture*. Springer, pp. 443–476.
- Dabire, D., Andrieu, N., Djamen, P., Coulibaly, K., Posthumus, H., Diallo, A.M., Karambiri, M., Douzet, J.-M., Triomphe, B., 2017. Operationalizing an innovation platform approach for community-based participatory research on conservation agriculture in burkina faso. *Experimental Agriculture* 53, 460–479. <https://doi.org/10.1017/S0014479716000636>
- De Janvry, A., Sadoulet, E., 2002. World poverty and the role of agricultural technology: direct and indirect effects. *Journal of development Studies* 38, 1–26.
- De Tourdonnet, S., Brives, H., 2018. Innovation agro-écologique : comment mobiliser des processus écologiques dans les agrosystèmes ?, in: *Innovation et développement dans les systèmes agricoles et alimentaires, Les figures de l'innovation dans l'agriculture et l'alimentation*. pp. 71–80.
- Delpon, J.-B., 1926. Vulgarisation du Matériel agricole à Madagascar. *Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale* 6, 25–27. <https://doi.org/10.3406/jatba.1926.4368>
- Derpsch, R., Friedrich, T., Kassam, A., Hongwen, L., 2010. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. *Biol Eng* 3, 25.

- Deutsch, J., Silber, J., 2005. Measuring multidimensional poverty: An empirical comparison of various approaches. *Review of Income and Wealth* 51, 145–174.
- DFID, 1999. Sustainable livelihoods guidance sheets 26.
- Diagne, D., Pesche, D., 1995. Les organisations paysannes et rurales. Des acteurs du développement en Afrique sub-saharienne.
- Diao, X., Hazell, P., Thurlow, J., 2010. The Role of Agriculture in African Development. *World Development* 38, 1375–1383. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2009.06.011>
- Dorosh, P.A., Mellor, J.W., 2013. Why Agriculture Remains a Viable Means of Poverty Reduction in Sub-Saharan Africa: The Case of Ethiopia. *Development Policy Review* 31, 419–441. <https://doi.org/10.1111/%28ISSN%291467-7679/issues>
- Dorward, A., Anderson, S., Bernal, Y.N., Vera, E.S., Rushton, J., Pattison, J., Paz, R., 2009a. Hanging in, Stepping up and Stepping Out: Livelihood Aspirations and Strategies of the Poor. *Development in Practice* 19, 240–247.
- Dorward, A., Anderson, S., Bernal, Y.N., Vera, E.S., Rushton, J., Pattison, J., Paz, R., 2009b. Hanging in, Stepping up and Stepping Out: Livelihood Aspirations and Strategies of the Poor. *Development in Practice* 19, 240–247.
- Dorward, A., Poole, N.D., Morrison, J., Kydd, J., Urey, I., 2003. Markets, Institutions and Technology: Missing Links in Livelihoods Analysis (SSRN Scholarly Paper No. ID 410967). Social Science Research Network, Rochester, NY.
- Dosi, G., 1982. Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy* 11, 147–162. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(82\)90016-6](https://doi.org/10.1016/0048-7333(82)90016-6)
- Drechsel, P., Gyiele, L., Kunze, D., Cofie, O., 2001. Population density, soil nutrient depletion, and economic growth in sub-Saharan Africa. *Ecological economics* 38, 251–258.
- Ducérf, G., 2014. L'encyclopédie des Plantes bio-indicatrices, alimentaires et médicinales : Guide de diagnostic des sols Volume 1, 3e édition. ed. Editions Promonature, Briant (Saône-et-Loire).
- Dugué, P., Djamen Nana, P., Faure, G., Le Gal, P.-Y., 2015. Dynamiques d'adoption de l'agriculture de conservation dans les exploitations familiales: de la technique aux processus d'innovation. *Cahiers Agricultures* 24, 60–68.
- Dulcire, M., Chia, E., Sibelet, N., Sierra, Z., Sito, L., Paturel, D., 2018. Recherche-action en partenariat et innovation émancipatrice, in: *Innovation et développement dans les systèmes agricoles et alimentaires*, Edition Quae. pp. 139–150.
- Duncombe, R., 2006. Using the Livelihoods Framework to Analyze ICT Applications for Poverty Reduction through Microenterprise. *Information Technologies & International Development* 3, 81–100.
- Duncombe, R.A., 2014. Understanding the Impact of Mobile Phones on Livelihoods in Developing Countries. *Development Policy Review* 32, 567–588. <https://doi.org/10.1111/%28ISSN%291467-7679/issues>
- Ellis, F., 2000. The determinants of rural livelihood diversification in developing countries. *Journal of Agricultural Economics* 51, 289–302.

- Ellis, F., 1998a. Household strategies and rural livelihood diversification. *The Journal of Development Studies* 35, 1–38. <https://doi.org/10.1080/00220389808422553>
- Ellis, F., 1998b. Household strategies and rural livelihood diversification. *Journal of Development Studies* 35, 1–38. <https://doi.org/10.1080/00220389808422553>
- Erenstein, O., Sayre, K., Wall, P., Hellin, J., Dixon, J., 2012. Conservation Agriculture in Maize- and Wheat-Based Systems in the (Sub)tropics: Lessons from Adaptation Initiatives in South Asia, Mexico, and Southern Africa. *Journal of Sustainable Agriculture* 36, 180–206. <https://doi.org/10.1080/10440046.2011.620230>
- FAO, 2017. Conservation Agriculture [WWW Document]. URL <http://www.fao.org/conservation-agriculture/en/> (accessed 7.26.18).
- FAO, 2016. Farmer Field School Guidance Document 112.
- FAO (Ed.), 2014. Innovation in family farming, The state of food and agriculture. Rome.
- FAO-REOSA, 2010. The Status of Conservation Agriculture in Southern Africa: Challenges and Opportunities for Expansion [WWW Document]. URL [http://www.fao.org/ag/ca/doc/FAO\\_REOSA\\_Technical\\_Brief3.pdf](http://www.fao.org/ag/ca/doc/FAO_REOSA_Technical_Brief3.pdf) (accessed 3.1.18).
- Faure, G., Chiffolleau, Y., Goulet, F., Temple, L., Touzard, J.-M., 2018a. Innovation et développement dans les systèmes agricoles et alimentaires, Edition Quæ.
- Faure, G., Chiffolleau, Y., Goulet, F., Temple, L., Touzard, J.-M., 2018b. Renouveler les regards sur l'innovation dans les systèmes agricoles et alimentaires, in: Innovation et développement dans les systèmes agricoles et alimentaires. pp. 5–16.
- Faure, G., Coudel, É., Soulard, C.-T., Devautour, H., 2012. Repenser l'innovation dans le développement durable, in: Apprendre à innover dans un monde incertain. Editions Quæ, pp. 1–16. <https://doi.org/10.3917/quæ.coude.2012.01>
- Feder, G., Just, R.E., Zilberman, D., 1985a. Adoption of agricultural innovations in developing countries: A survey. *Economic development and cultural change* 33, 255–298.
- Feder, G., Just, R.E., Zilberman, D., 1985b. Adoption of agricultural innovations in developing countries: A survey. *Economic development and cultural change* 33, 255–298.
- Feder, G., Umali, D.L., 1993a. The adoption of agricultural innovations: a review. *Technological forecasting and social change* 43, 215–239.
- Feder, G., Umali, D.L., 1993b. The adoption of agricultural innovations: a review. *Technological forecasting and social change* 43, 215–239.
- Fischer, E., Qaim, M., 2012. Linking Smallholders to Markets: Determinants and Impacts of Farmer Collective Action in Kenya. *World Development* 40, 1255–1268. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.11.018>
- Fisher, M., Holden, S.T., Katengeza, S.P., 2017. The adoption potential of Conservation Agriculture technologies in Malawi: A lead farmer promoter-adopter approach and assessment. Centre for Land Tenure Studies, Norwegian University of Life Sciences.
- Flichy, P., 2003. L'innovation technique: Récents développements en sciences sociales. Vers une nouvelle théorie de l'innovation. La Découverte.



- Friedrich, T., Derpsch, R., Kassam, A., 2012. Overview of the Global Spread of Conservation Agriculture. *Field Actions Science Reports*. The journal of field actions.
- Gebisa, E., Jonathan, G., 2007. Integrating New Technologies For Striga Control: Towards Ending The Witch-hunt. World Scientific.
- Gebremedhin, B., 2003. Investment in soil conservation in northern Ethiopia: the role of land tenure security and public programs. *Agricultural Economics* 29, 69–84. [https://doi.org/10.1016/S0169-5150\(03\)00022-7](https://doi.org/10.1016/S0169-5150(03)00022-7)
- Ghadim, A.K.A., Pannell, D.J., Burton, M.P., 2005. Risk, uncertainty, and learning in adoption of a crop innovation. *Agricultural economics* 33, 1–9.
- Giller, K.E., Witter, E., Corbeels, M., Tittonell, P., 2009. Conservation agriculture and smallholder farming in Africa: the heretics' view. *Field crops research* 114, 23–34.
- Gondard-Delcroix, C., 2007. Entre faiblesse d'opportunités et persistance de la pauvreté : la pluriactivité en milieu rural malgache. *Cahiers du GRES* 04, 1–21.
- Gondard-Delcroix, C., Rousseau, S., 2004. Vulnérabilité et Stratégies durables de gestion des risques : Une étude appliquée aux ménages ruraux de Madagascar. *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*. <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.1143>
- Grabowski, P.P., Haggblade, S., Kabwe, S., Tembo, G., 2014. Minimum tillage adoption among commercial smallholder cotton farmers in Zambia, 2002 to 2011. *Agricultural Systems* 131, 34–44. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.08.001>
- Grabowski, P.P., Kerr, J.M., 2014. Resource constraints and partial adoption of conservation agriculture by hand-hoe farmers in Mozambique. *International Journal of Agricultural Sustainability* 12, 37–53. <https://doi.org/10.1080/14735903.2013.782703>
- Grabowski, P.P., Kerr, J.M., Haggblade, S., Kabwe, S., 2016a. Determinants of adoption and disadoption of minimum tillage by cotton farmers in eastern Zambia. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 231, 54–67. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.06.027>
- Grabowski, P.P., Kerr, J.M., Haggblade, S., Kabwe, S., 2016b. Determinants of adoption and disadoption of minimum tillage by cotton farmers in eastern Zambia. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 231, 54–67.
- Grazzi, M., Vergara, S., 2012. ICT in developing countries: Are language barriers relevant? Evidence from Paraguay. *Information Economics and Policy* 24, 161–171. <https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2011.11.001>
- Greene, W.H., 2012. *Econometric analysis*, 7th ed. ed. Prentice Hall, Boston.
- Gu-Konu, E., 1995. Les concepts d'analyse du processus d'innovation agricole en Afrique. *Innovation et sociétés: quelles agricultures? :quelles innovations?* I, 12.
- Harford, N., Le Breton, J., 2009. Farming for the future: a guide to conservation agriculture in Zimbabwe.
- Haushofer, J., Fehr, E., 2014. On the psychology of poverty. *Science* 344, 862–867. <https://doi.org/10.1126/science.1232491>

- Hérault, B., 2013. Transition vers la double performance : quelques approches sociologiques de la diffusion des pratiques agroécologiques. Centre d'études et de prospective\_Analyse.
- Hossain, M., Lewis, D., Bose, M.L., Chowdhury, A., 2007. Rice research, technological progress, and poverty: The Bangladesh case. *Agricultural research, livelihoods, and poverty: Studies of economic and social impacts in six countries* 56–102.
- Hove, L., Kadzere, I., Sims, B., Ager, M., Mulila-Miti, J., 2011. Conservation agriculture research and development in southern Africa: A review of achievements and challenges in the past 20 Years, in: *Conservation Agriculture Regional Symposium for Southern Africa*. pp. 8–10.
- Hussein, K., 2002. Livelihoods Approaches Compared: A Multi-Agency Review of Current Practice [WWW Document]. URL [https://www.researchgate.net/profile/Karim\\_Hussein4/publication/278405226\\_Livelihoods\\_Approaches\\_Compared\\_A\\_Multi-Agency\\_Review\\_of\\_Current\\_Practice/links/593946f1458515320607be7a/Livelihoods-Approaches-Compared-A-Multi-Agency-Review-of-Current-Practice.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Karim_Hussein4/publication/278405226_Livelihoods_Approaches_Compared_A_Multi-Agency_Review_of_Current_Practice/links/593946f1458515320607be7a/Livelihoods-Approaches-Compared-A-Multi-Agency-Review-of-Current-Practice.pdf) (accessed 8.21.18).
- Husson, O., Bouthier, R., Rakotondramanana, Séguy, L., 2008a. Voly rakotra. Le semis direct sur couverture végétale permanente (SCV). Comment ça marche? [WWW Document]. URL <http://agritrop.cirad.fr/543861/> (accessed 5.18.16).
- Husson, O., Charpentier, H., Razanamparany, C., Moussa, N., Michellon, R., Naudin, K., Razafintsalama, H., Rakotoarivivo, C., Séguy, L., Rakotondramanana, 2008b. *Stylosanthes guianensis*. Fiches techniques, Plantes de couverture: Légumineuses pérennes, Cirad, France.(Dans le texte).
- Husson, O., Rakotondramanana, 2006. Mise au point, évaluation et diffusion des techniques agro-écologiques à Madagascar. Congrès mondial d'agriculture de conservation, Nairobi, Kenya, Octobre 2005.
- Husson, O., Séguy, L., Charpentier, H., 2013a. Manuel pratique du semis direct sur couverture végétale permanente, SCV application à Madagascar.
- Husson, O., Séguy, L., Charpentier, H., 2013b. Principes.
- INSTAT, 2013. Enquête nationale sur le suivi des objectifs du millénaire pour le développement à Madagascar [WWW Document]. URL [http://madagascar.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/OMD\\_Resume.pdf](http://madagascar.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/OMD_Resume.pdf) (accessed 2.6.18).
- INSTAT, 2011. Enquête périodique auprès des Ménages 2010 (Rapport principal). Institut National de la Statistique\_ Direction des Statistiques des ménages, Antananarivo Madagascar.
- Janvry, A.D., 2010. Agriculture for development: new paradigm and options for success. *Agricultural Economics* 41, 17–36. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2010.00485.x>
- Jouve, P., 1991. Usages et fonctions de la jachère en Afrique de l'Ouest et au Maghreb. Floret C., Serpantié G. eds, *La jachère en Afrique de l'Ouest*. Paris, France, Orstom 55–66.

- Joyeux, C., Enjalric, F., 2014. L'Agroécologie : un nouveau paradigme pour une production agricole durable.
- Kaumbutho, P., Kienzie, J. (Eds.), 2007. Conservation agriculture as practised in Kenya: two case studies, Conservation agriculture in Africa series. African Conservation Tillage Network ; Food Agriculture Organization of the United Nations, Nairobi : Centre de coopération international de recherche agronomique pour le développement ; Rome, Italy.
- Knowler, D., Bradshaw, B., 2007a. Farmers' adoption of conservation agriculture: A review and synthesis of recent research. *Food Policy* 32, 25–48. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2006.01.003>
- Knowler, D., Bradshaw, B., 2007b. Farmers' adoption of conservation agriculture: A review and synthesis of recent research. *Food Policy* 32, 25–48. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2006.01.003>
- Knowler, D., Bradshaw, B., Gordon, D., 2001. The Economics of Conservation Agriculture, Natural Resources Management and Environment Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Food & Agriculture Org.
- Kunzekweguta, M., Rich, K.M., Lyne, M.C., 2017. Factors affecting adoption and intensity of conservation agriculture techniques applied by smallholders in Masvingo district, Zimbabwe. *Agrekon* 1–17.
- Lahmar, R., Bationo, B.A., Dan Lamso, N., Guéro, Y., Tittonell, P., 2012. Tailoring conservation agriculture technologies to West Africa semi-arid zones: Building on traditional local practices for soil restoration. *Field Crops Research, Conservation Agriculture in Dry Areas* 132, 158–167. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.09.013>
- Lamantia, A., 2012. Analyse comparative des processus d'adoption et des impacts du Semis direct sur Couverture Végétale permanente (SCV) sur les exploitations agricoles familiales dans 3 régions tropicales: Madagascar, Cameroun et Laos.
- Lambrecht, I., Vanlauwe, B., Merckx, R., Maertens, M., 2014. Understanding the Process of Agricultural Technology Adoption: Mineral Fertilizer in Eastern DR Congo. *World Development* 59, 132–146. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.01.024>
- Lee, D.R., 2005. Agricultural Sustainability and Technology Adoption: Issues and Policies for Developing Countries. *American Journal of Agricultural Economics* 87, 1325–1334.
- Lewis, W.A., 1954. Economic Development with Unlimited Supplies of Labour. *The Manchester School* 22, 139–191. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9957.1954.tb00021.x>
- Llewellyn, R.S., 2007. Information quality and effectiveness for more rapid adoption decisions by farmers. *Field Crops Research* 104, 148–156. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2007.03.022>
- Lynne, G.D., Shonkwiler, J.S., Rola, L.R., 1988. Attitudes and Farmer Conservation Behavior. *American Journal of Agricultural Economics* 70, 12. <https://doi.org/10.2307/1241971>
- Maher, J., Wagstaff, P., O'Brien, J., 2015. Empowering women through conservation agriculture: rhetoric or reality? Evidence from Malawi., in: Chan, C., Fantle-Lepczyk, J. (Eds.), *Conservation Agriculture in Subsistence Farming. Case Studies from South*

- Asia and Beyond. CABI, Wallingford, pp. 226–238.  
<https://doi.org/10.1079/9781780644233.0226>
- Marra, M., Pannell, D.J., Ghadim, A.A., 2003. The economics of risk, uncertainty and learning in the adoption of new agricultural technologies: where are we on the learning curve? *Agricultural systems* 75, 215–234.
- Martin, B.R., 2012. The evolution of science policy and innovation studies. *Research Policy* 41, 1219–1239. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.03.012>
- Michellon, R., Husson, O., Moussa, N., Randrianjafizanaka, M.T., Naudin, K., Letourmy, P., Andrianaiivo, A.P., Rakotondramanana, R., Raveloarajaona, N., Enjalric, F., Penot, E., Séguy, L., 2011. *Striga asiatica* : a driving-force for dissemination of conservation agriculture systems based on *Stylosanthes guianensis* in Madagascar. Presented at the 5th World Congress of Conservation Agriculture incorporating 3rd Farming Systems Design Conference, September 2011 Brisbane, Australia, pp. 213–214.
- Michellon, R., Razanamparany, C., Moussa, N., Andrianasolo, H., HANITRINIAINA, J.C.F., Razakamanantoanina, R., Rakotovazaha, L., Randrianaiivo, S., Rakotoniaina, F., 2005. *Projet d'appui a la diffusion des techniques agro-ecologiques à Madagascar*. TAFA 114.
- Mokyr, J., 1992. *The Lever of Riches: Technological Creativity and Economic Progress*. Oxford University Press.
- Mponela, P., Tamene, L., Ndengu, G., Magreta, R., Kihara, J., Mango, N., 2016a. Determinants of integrated soil fertility management technologies adoption by smallholder farmers in the Chinyanja Triangle of Southern Africa. *Land Use Policy* 59, 38–48. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.08.029>
- Mponela, P., Tamene, L., Ndengu, G., Magreta, R., Kihara, J., Mango, N., 2016b. Determinants of integrated soil fertility management technologies adoption by smallholder farmers in the Chinyanja Triangle of Southern Africa. *Land Use Policy* 59, 38–48. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.08.029>
- Murray, C., 2002. *Livelihoods Research: Transcending Boundaries of Time and Space*. *Journal of Southern African Studies* 28, 489–509. <https://doi.org/10.1080/0305707022000006486>
- Murray, C., 2001. *Livelihoods Research: Some Conceptual and Methodological Issues* (SSRN Scholarly Paper No. ID 1754541). Social Science Research Network, Rochester, NY.
- Namonje-Kapembwa, T., Chapoto, A., 2016a. *Improved Agricultural Technology Adoption in Zambia: Are Women Farmers Being Left Behind?* Indaba Agricultural Policy Research Institute.
- Namonje-Kapembwa, T., Chapoto, A., 2016b. *Improved Agricultural Technology Adoption in Zambia: Are Women Farmers Being Left Behind?* Indaba Agricultural Policy Research Institute.
- Naudin, K., Bruelle, G., Salgado, P., Penot, E., Scopel, E., Lubbers, M., de Ridder, N., Giller, K.E., 2015. Trade-offs around the use of biomass for livestock feed and soil cover in dairy farms in the Alaotra lake region of Madagascar. *Agricultural Systems* 134, 36–47. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.03.003>

- Neill, S.P., Lee, D.R., 2001. Explaining the adoption and disadoption of sustainable agriculture: the case of cover crops in northern Honduras. *Economic development and cultural change* 49, 793–820.
- Ngoma, H., Mulenga, B.P., Jayne, T.S., 2014. What Explains Minimal Usage of Minimum Tillage Practices in Zambia?: Evidence from District-representative Data. Indaba Agricultural Policy Research Institute (IAPRI).
- Ng'ombe, J.N., Kalinda, T.H., Tembo, G., 2017. Does adoption of conservation farming practices result in increased crop revenue? Evidence from Zambia. *Agrekon* 56, 205–221. <https://doi.org/10.1080/03031853.2017.1312467>
- Ngwira, A., Johnsen, F.H., Aune, J.B., Mekuria, M., Thierfelder, C., 2014. Adoption and extent of conservation agriculture practices among smallholder farmers in Malawi. *Journal of Soil and Water Conservation* 69, 107–119. <https://doi.org/10.2489/jswc.69.2.107>
- Niehof, A., 2001. Rural livelihood systems: Conceptual framework. International Potato Center.
- Nkala, P., 2011. The conundrum of conservation agriculture and livelihoods in Southern Africa. *African Journal of Agricultural Research* 6. <https://doi.org/10.5897/AJAR10.030>
- Nkala, P., Mango, N., Zikhali, P., 2011. Conservation Agriculture and Livelihoods of Smallholder Farmers in Central Mozambique. *Journal of Sustainable Agriculture* 35, 757–779. <https://doi.org/10.1080/10440046.2011.606492>
- Nyanga, P.H., 2012. Factors Influencing Adoption and Area under Conservation Agriculture: A Mixed Methods Approach. *Sustainable Agriculture Research* 1, 27. <https://doi.org/10.5539/sar.v1n2p27>
- Oostendorp, R.H., Zaal, F., 2012. Land Acquisition and the Adoption of Soil and Water Conservation Techniques: A Duration Analysis for Kenya and The Philippines. *World Development* 40, 1240–1254. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.11.001>
- Organization for Economic Cooperation and Development, 2001. The well-being of nations: the role of human and social capital [WWW Document]. URL <http://www.oecd.org/edu/innovation-education/1870573.pdf> (accessed 9.5.17).
- Pannell, D.J., Llewellyn, R.S., Corbeels, M., 2014a. The farm-level economics of conservation agriculture for resource-poor farmers. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 187, 52–64. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.10.014>
- Pannell, D.J., Llewellyn, R.S., Corbeels, M., 2014b. The farm-level economics of conservation agriculture for resource-poor farmers. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 187, 52–64. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.10.014>
- Pannell, D.J., Marshall, G.R., Barr, N., Curtis, A., Vanclay, F., Wilkinson, R., 2006. Understanding and promoting adoption of conservation practices by rural landholders. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 46, 1407. <https://doi.org/10.1071/EA05037>
- Pedzisa, T., Rugube, L., Winter-Nelson, A., Baylis, K., Mazvimavi, K., 2015a. Abandonment of conservation agriculture by smallholder farmers in Zimbabwe. *Journal of Sustainable Development* 8, 69.

- Pedzisa, T., Rugube, L., Winter-Nelson, A., Baylis, K., Mazvimavi, K., 2015b. The Intensity of adoption of Conservation agriculture by smallholder farmers in Zimbabwe. *Agrekon* 54, 1–22.
- Penot, E., 2016. Processus d'innovation et résilience des exploitations agricoles à Madagascar [WWW Document]. URL <http://agritrop.cirad.fr/582462/> (accessed 8.21.18).
- Penot, É., Domas, R., Fabre, J., Poletti, S., Mac Dowall, C., Dugué, P., Le Gal, P.-Y., 2015a. Le technicien propose, le paysan dispose. Le cas de l'adoption des systèmes de culture sous couverture végétale au lac Alaotra, Madagascar. *Cahiers Agricultures* 24, 84–92.
- Penot, É., Domas, R., Fabre, J., Poletti, S., Mac Dowall, C., Dugué, P., Le Gal, P.-Y., 2015b. Le technicien propose, le paysan dispose. Le cas de l'adoption des systèmes de culture sous couverture végétale au lac Alaotra, Madagascar. *Cahiers Agricultures* 24, 84–92.
- Penot, E., Fevre, V., Flodrops, P., 2017. Trajectoires d'innovation en agriculture de conservation au lac Alaotra à Madagascar. *Technologie Innovation* 2, 21.
- Pittelkow, C.M., Liang, X., Linqvist, B.A., van Groenigen, K.J., Lee, J., Lundy, M.E., van Gestel, N., Six, J., Venterea, R.T., van Kessel, C., 2015. Productivity limits and potentials of the principles of conservation agriculture. *Nature* 517, 365–368. <https://doi.org/10.1038/nature13809>
- Powlson, D.S., Stirling, C.M., Jat, M.L., Gerard, B.G., Palm, C.A., Sanchez, P.A., Cassman, K.G., 2014. Limited potential of no-till agriculture for climate change mitigation. *Nature Climate Change* 4, 678–683. <https://doi.org/10.1038/nclimate2292>
- Rallet, A., 1999. Ombres et lumières de la théorie évolutionniste, in: Baslé, M., Delorme, R., Lemoigne, J., Paulré, B. (Eds.), *Approches Évolutionnistes de La Firme et de l'industrie. Théories et Analyses Empiriques*. pp. 22–43.
- Ranaivoson, L., Naudin, K., Ripoche, A., Rabeharisoa, L., Corbeels, M., 2018. Is mulching an efficient way to control weeds? Effects of type and amount of crop residue in rainfed rice based cropping systems in Madagascar. *Field Crops Research* 217, 20–31. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.11.027>
- Randrianjafizanaka, M.T., Autfray, P., Andrianaiivo, A.P., Ramonta, I.R., Rodenburg, J., 2018. Combined effects of cover crops, mulch, zero-tillage and resistant varieties on *Striga asiatica* (L.) Kuntze in rice-maize rotation systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 256, 23–33. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.12.005>
- Razafimahatratra, H.M., Raharison, T., Bélières, J.-F., Autfray, P., Salgado, P., Rakotofiringa, H.Z., 2017. Systèmes de production, pratiques, performances et moyens d'existence des exploitations agricoles du Moyen-Ouest du Vakinankaratra.
- Reardon, T., 1997. Using evidence of household income diversification to inform study of the rural nonfarm labor market in Africa. *World Development* 25, 735–747. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(96\)00137-4](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(96)00137-4)
- Requier-Desjardins, D., 2012. Innovation et insertion sociale, réduire la vulnérabilité des populations rurales, in: *Apprendre à innover dans un monde incertain*. Editions Quæ, pp. 97–117. <https://doi.org/10.3917/quae.coude.2012.01>

- Rodenburg, J., Demont, M., Zwart, S.J., Bastiaans, L., 2016. Parasitic weed incidence and related economic losses in rice in Africa. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 235, 306–317. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.10.020>
- Rogers, E.M., 2003. *Diffusion of Innovations*, 5th Edition. Simon and Schuster.
- Roose, É., De Noni, G., 2004. Recherches sur l'érosion hydrique en Afrique: revue et perspectives. *Science et changements planétaires/Sécheresse* 15, 121–129.
- Rosa, W. (Ed.), 2017. *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*, in: *A New Era in Global Health*. Springer Publishing Company, New York, NY. <https://doi.org/10.1891/9780826190123.ap02>
- Rosenberg, N., 1982. *Inside the Black Box: Technology and Economics*. Cambridge University Press.
- Rusinamhodzi, L., Corbeels, M., van Wijk, M.T., Rufino, M.C., Nyamangara, J., Giller, K.E., 2011. A meta-analysis of long-term effects of conservation agriculture on maize grain yield under rain-fed conditions. *Agronomy for Sustainable Development* 31, 657–673. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0040-2>
- Sahin, I., 2006. Detailed review of rogers' diffusion of innovations theory and educational technology-related studies based on rogers' theory. *The Turkish Online Journal of Educational Technology* 5, 10.
- Sam, J., Osei, S.K., Dzandu, L.P., Atengble, K., 2017. Evaluation of information needs of agricultural extension agents in Ghana. *Information Development* 33, 463–478. <https://doi.org/10.1177/0266666916669751>
- Schlag, K.H., 1996. Why Imitate, and if so, How? A Bounded Rational Approach to Multi-Armed Bandits 33.
- Schut, M., Cadilhon, J.-J., Misiko, M., Dror, I., 2018. DO MATURE INNOVATION PLATFORMS MAKE A DIFFERENCE IN AGRICULTURAL RESEARCH FOR DEVELOPMENT? A META-ANALYSIS OF CASE STUDIES. *Experimental Agriculture* 54, 96–119. <https://doi.org/10.1017/S0014479716000752>
- Scoones, I., 1998. *Sustainable Rural Livelihoods: A Framework for Analysis*.
- Seguy, L., Husson, O., Charpentier, H., Bouzinac, S., Michellon, R., Chabanne, A., Boulakia, S., Tivet, F., Naudin, K., Enjalric, F., Chabierski, S., Rakotondralambo, P., 2009. La gestion des écosystèmes cultivés en semis direct sur couverture végétale permanente 32.
- Serpantié, G., 2009. L'agriculture de conservation à la croisée des chemins en Afrique et à Madagascar. [Vertigo] *La revue électronique en sciences de l'environnement* 9.
- Shaijumon, C.S., 2018. Social learning in information diffusion and capability of farmers. *International Journal of Social Economics* 45, 602–613. <https://doi.org/10.1108/IJSE-01-2017-0027>
- Silici, L., 2010. *Conservation agriculture and sustainable crop intensification in Lesotho, Integrated crop management*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

- Sourisseau, J.-M., Rasolofo, P., Bélières, J.-F., Guengant, J.-P., Razafimiarantsoa, T.T., Razafimiarantsoa, V.T., Ramanitriniony, H.K., Ramarijaona, M., Bourgeois, R., Burnod, P., 2015. Prospective territoriale sur les dynamiques démographiques et le développement rural en Afrique subsaharienne et à Madagascar.
- Srisopaporn, S., Jourdain, D., Perret, S.R., Shivakoti, G., 2015. Adoption and continued participation in a public Good Agricultural Practices program: The case of rice farmers in the Central Plains of Thailand. *Technological Forecasting and Social Change* 96, 242–253. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.03.016>
- Stevenson, J.R., Serraj, R., Cassman, K.G., 2014. Evaluating conservation agriculture for small-scale farmers in Sub-Saharan Africa and South Asia. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 187, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.01.018>
- Steward, P.R., Dougill, A.J., Thierfelder, C., Pittelkow, C.M., Stringer, L.C., Kudzala, M., Shackelford, G.E., 2018. The adaptive capacity of maize-based conservation agriculture systems to climate stress in tropical and subtropical environments: A meta-regression of yields. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 251, 194–202. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.09.019>
- Sutherland, L.-A., Burton, R.J.F., Ingram, J., Blackstock, K., Slee, B., Gotts, N., 2012. Triggering change: Towards a conceptualisation of major change processes in farm decision-making. *Journal of Environmental Management* 104, 142–151. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.03.013>
- Teissonnier, A., Penot, E., 2013. Analyse des modes d'appropriation et d'adoption des techniques de l'agriculture de conservation hors projet dans la zone du lac Alaotra, Madagascar. Document de travail UMR Innovation/DP SPAD.
- Temple, L., Chiffolleau, Y., Touzard, J.-M., 2018a. Une histoire de l'innovation et de ses usages dans l'agriculture, in: *Innovation et développement dans les systèmes agricoles et alimentaires*, Edition Quae. p. 263.
- Temple, L., Chiffolleau, Y., Touzard, J.-M., 2018b. Une histoire de l'innovation et de ses usages dans l'agriculture, in: *Innovation et développement dans les systèmes agricoles et alimentaires*, Renouveau des approches en agriculture. pp. 19–31.
- Thierfelder, C., Matamba-Mutasa, R., Rusinamhodzi, L., 2015. Yield response of maize (*Zea mays* L.) to conservation agriculture cropping system in Southern Africa. *Soil and Tillage Research* 146, 230–242. <https://doi.org/10.1016/j.still.2014.10.015>
- Thierfelder, C., Mombeyara, T., Mango, N., Rusinamhodzi, L., 2013a. Integration of conservation agriculture in smallholder farming systems of southern Africa: identification of key entry points. *International Journal of Agricultural Sustainability* 11, 317–330. <https://doi.org/10.1080/14735903.2013.764222>
- Thierfelder, C., Mwila, M., Rusinamhodzi, L., 2013b. Conservation agriculture in eastern and southern provinces of Zambia: Long-term effects on soil quality and maize productivity. *Soil and Tillage Research* 126, 246–258. <https://doi.org/10.1016/j.still.2012.09.002>
- Thiombiano, L., Meshack, M., 2009. Scaling up conservation agriculture in Africa: Strategies and approaches.



- Toilier, A., Faure, G., Chia, E., 2018. Penser et organiser l'accompagnement de l'innovation collective dans l'agriculture, in: Innovation et développement dans les systèmes agricoles et alimentaires, Edition Quae. pp. 123–137.
- Touzard, J.-M., 2018. L'innovation agricole et agroalimentaire au xxi<sup>e</sup> siècle : maintien, effacement ou renouvellement de ses spécificités ?, in: Innovation et développement dans les systèmes agricoles et alimentaires, Edition Quae. p. 263.
- Tully, K., Sullivan, C., Weil, R., Sanchez, P., 2015. The State of Soil Degradation in Sub-Saharan Africa: Baselines, Trajectories, and Solutions. *Sustainability* 7, 6523–6552. <https://doi.org/10.3390/su7066523>
- Twomlow, S.J., Urolov, J.C., Jenrich, M., Oldrieve, B., 2008. Lessons from the field—Zimbabwe's conservation agriculture task force. *Journal of SAT Agricultural Research* 6, 1–11.
- Vall, E., Chia, E., Blanchard, M., Koutou, M., Coulibaly, K., Andrieu, N., 2016. La co-conception en partenariat de systèmes agricoles innovants. *Cahiers Agricultures* 25, 15001. <https://doi.org/10.1051/cagri/2016001>
- Van den Broeck, G., Grovas, R.R.P., Maertens, M., Deckers, J., Verhulst, N., Govaerts, B., 2013. Adoption of Conservation Agriculture in the Mexican Bajío. *Outlook on Agriculture* 42, 171–178. <https://doi.org/10.5367/oa.2013.0136>
- Van Hulst, F.J., Posthumus, H., 2016a. Understanding (non-) adoption of Conservation Agriculture in Kenya using the Reasoned Action Approach. *Land Use Policy* 56, 303–314. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.03.002>
- Van Hulst, F.J., Posthumus, H., 2016b. Understanding (non-) adoption of Conservation Agriculture in Kenya using the Reasoned Action Approach. *Land Use Policy* 56, 303–314. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.03.002>
- Vanlauwe, B., Wendt, J., Giller, K.E., Corbeels, M., Gerard, B., Nolte, C., 2014. A fourth principle is required to define Conservation Agriculture in sub-Saharan Africa: The appropriate use of fertilizer to enhance crop productivity. *Field Crops Research* 155, 10–13. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.10.002>
- Wall, P.C., 2007. Tailoring Conservation Agriculture to the Needs of Small Farmers in Developing Countries: An Analysis of Issues. *Journal of Crop Improvement* 19, 137–155. [https://doi.org/10.1300/J411v19n01\\_07](https://doi.org/10.1300/J411v19n01_07)
- Wampfler, B., Penot, E., Oustry, M., 2010. Financer l'innovation en agriculture familiale. Le cas des cultures en semis direct sous couverture végétale (scv) à Madagascar 16.
- Ward, P.S., Bell, A.R., Droppelmann, K., Benton, T.G., 2018. Early adoption of conservation agriculture practices: Understanding partial compliance in programs with multiple adoption decisions\_Malawi. *Land Use Policy* 70, 27–37. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.10.001>
- Winter, S.G., Nelson, R.R., 1982. An Evolutionary Theory of Economic Change (SSRN Scholarly Paper No. ID 1496211). Social Science Research Network, Rochester, NY.
- Winters, P., Corral, L., Gordillo, G., 2001. Rural livelihood strategies and social capital in Latin America: Implications for rural development projects. University of New England, Graduate School of Agricultural and Resource Economics.

- Woolcock, M., 1998. Social capital and economic development: Toward a theoretical synthesis and policy framework. *Theory and society* 27, 151–208.
- Young, H.P., 2009. Innovation Diffusion in Heterogeneous Populations: Contagion, Social Influence, and Social Learning. *American Economic Review* 99, 1899–1924.  
<https://doi.org/10.1257/aer.99.5.1899>

## ANNEXES

Annexe 1 : Conservation agriculture in sub-Saharan Africa.....	- 132 -
Annexe 2 : Dissemination approaches of CA in sub-Saharan Africa.....	- 134 -
Annexe 3 : Determinant of the adoption/disadoption of CA in sub-Saharan Africa.....	- 135 -
Annexe 4 : Questionnaire pour l'enquête de 2015.....	- 136 -
Annexe 5 : L'AC à base de stylosanthes .....	- 151 -
Annexe 6 : Guide d'entretien pour l'enquête de 2017 .....	- 155 -
Annexe 7 : Evolution du foncier des exploitations du type D (adoption discontinuée de l'AC)...	- 156 -

**Annexe 1 : Conservation agriculture in sub-Saharan Africa**

Pays	Reference biblio	Practice	No tillage	Crop rotation and/or intercropping	Soil cover <i>Annexes</i>
Ghana	(Boahen et al., 2007)	Proka (local practice)	Slashing vegetation (Partial burning if too much biomass)	Intercropping of cocoa+ food crops	Mulch of biomass
		No-burning, slashing and mulching	Slashing vegetation (no burning)		Mulch of biomass
		Minimum tillage and direct planting	Slashing vegetation and spray herbicide		
		Alley cropping with cover crops	Establishing alleys using fast-growing shrubs (No burning)		Harvesting biomass to mulch field
		Crop rotation and intercropping with legumes		Intercropping or relay-intercropping of leguminous cover crops+ main crop	Cover crop e.g. Mucuna, Canavalia
		Cover crop (Mucuna) and herbicide	Use herbicide to kill the biomass		Establishing mucuna as cover crop as sole crop
Kenya	(Kaumbutho and Kienzie, 2007; Van Hulst and Posthumus, 2016)	Conservation tillage	Slashing weeds manually manual ripping or animal-drawn ripping	Rotation of wheat//barley//canola//fallow for large scale farmers Rotation system not defined for small scale farmers but include : maize and cover crop	Dolichos or Butter Bean or Pigeon Peas as cover crop
		Reduced soil disturbance and direct seeding	Basins or holes for seeds with a hand hoe Plant in furrows if they have animal power		
		Permanent soil cover			Cereal stalks, Dolichos lablab or grass and leaves from outside fields
Cameroun	(Lamantia, 2012)	Direct seeding, mulch-based cropping systems DMC-mixed system cereal fodder	No-tillage	Cotton// sorghum or maize +brachiaria or crotalaria sorghum +brachiaria// sorghum sorghum +brachiaria// sorghum +brachiaria sorghum +brachiaria// sorghum + pigeon pea sorghum + pigeon pea	brachiaria or pigeon pea or crotalaria as cover crop
		Improved fallow			mucuna or crotalaria or sesbania as cover crop
		DMC based on fodder system	No-tillage	groundnut+brachiaria//cotton	Brachiaria as cover crop
		DMC with mulch		sorghum +brachiaria// cotton sorghum +brachiaria//brachiaria// cotton	Brachiaria as cover crop
Madagascar	(Penot et al., 2015a, 2017)	stylosanthes based DMC	No-tillage	Rice or bean or cassava or groundnut+ stylosanthes p// stylosanthes	stylosanthes as cover crop
		legumes based DMC	No-tillage	Rice//Maize + cover crop	dolichos or mucuna or vigna as cover crop
		vetch based DMC	No-tillage	Rice// vetch Rice// bean+ vetch	vetch as cover crop
		mulch imported outside based DMC	No-tillage	Rice +mulch // vegetables +mulch	mulch imported outside

Pays	Reference biblio	Practice	No tillage	Crop rotation and/or intercropping	Soil cover
Mozambique	These Barbito 2015 (Grabowski and Kerr, 2014)	Planting Basins	Use of planting basins	Cereal-legume (peanut, bean and leucaena) rotation and intercropping e.g peanut // maize	dead coverage : mulch or humus made of grasses, legumes, cereals and waste and by-products
		Direct seeding	No tillage		
Lesotho	(Silici, 2010)	Conservation farming based on planting Basins locally called likoti	Use of planting basins	crop rotation and intercropping of maize, bean, sunflowers, sorghum, potato and tomato	crop residues as mulch
Zimbabwe	(Andersson and D'Souza, 2014a; Chiputwa et al., 2011; Twomlow et al., 2008)	Conservation farming based on planting Basins package	Dig a planting basins with hand hoe	Maize//Cotton//Legume Cereal//cash crop//legume Cereal//legume Cereal +legume intercrop	Crop residues covering at least 30% of the soil
Mali, Niger, Chad	<a href="http://www.fao.org/ag/ca/africatrainingmanualcd/pdf%20files/03field1.pdf">http://www.fao.org/ag/ca/africatrainingmanualcd/pdf%20files/03field1.pdf</a>	Planting spots	Scrape out shallow planting holes with hand hoe		
Zambia	<a href="http://www.fao.org/ag/ca/africatrainingmanualcd/pdf%20files/03field1.pdf">http://www.fao.org/ag/ca/africatrainingmanualcd/pdf%20files/03field1.pdf</a>	Ripping and planting	ripping about 5–10 cm deep with an animal- or tractor-drawn ripper or Magoye ripper (Animal-drawn ripper with planter attachment)		
	(Andersson and D'Souza, 2014a; Arslan et al., 2014; Baudron et al., 2007) (CFU, 2003; 2007a, 2007b)	Planting basins	Permanent hand-hoed planting basins on 10–15% of the surface area without soil inversion		
		Improved reduced Tillage (IRT)	Permanent hand-hoed planting basins or ripped rows (with an ox- or tractor-drawn ripper) on 10–15% of the surface area without soil inversion		
		Conservation tillage (CT)	Permanent hand-hoed planting basins or ripped rows (with an ox- or tractor-drawn ripper) on 10–15% of the surface area without soil inversion		retention (no burning) of at least 30% of crop residue
		Conservation Farming(CF)	Permanent hand-hoed planting basins or ripped rows (with an ox- or tractor-drawn ripper) on 10–15% of the surface area without soil inversion	Cereal-legume based rotation of at least 30% of the cropped area	retention (no burning) of at least 30% of crop residue

Annexes

**Annexe 2 : Dissemination approaches of CA in sub-Saharan Africa**

Another way to promote CA and to limit budgets for employing more agricultural extension officers was the use of farmer-to-farmer extension by identifying a lead farmers within the local communities. The lead farmers was also known as a model farmer, community knowledge worker, contact farmer or volunteer farmer (Fisher et al., 2017). Lead farmers were chosen based on their farming skills, interest in new technology and respect within the community (Maher et al., 2015). They received inputs. In exchange, they were responsible in establishing demonstration plots comparing CA and conventional technology for one growing season. They have to replicate trainings and support services to beneficiary farmers interested in practicing CA in subsequent seasons.

Farmer field schools (FFS) FFS, a group-based learning process (FAO, 2016) characterized by a participatory approach extension based on visualisation, exchange, sharing and discovery, leading to action (Harford and Le Breton, 2009) was also implemented in Sudan (Apina, 2009) or in Zimbabwe (Harford and Le Breton, 2009).

Other projects promote CA by focusing on roadside demonstrations of the on-farm trial and on group learning processes, farmer exchange visits (Boahen et al., 2007). Farmer exchange visits was a forum that enabled researchers, extension officers and farmers to jointly monitor and evaluate the CA technology as it has been disseminated (Boahen et al., 2007)

**Annexe 3 : Determinant of the adoption/disadoption of CA in sub-Saharan Africa**

Authors	Human		Natural		Financial	Social	Physical	Methodology	Variable Y
	Education	CAs'Farmer experience	Soil constraint	Land size	Wealth index/income	Farmer group	Oxen/ cattle		<i>Annexes</i>
(Arslan et al., 2014a) Zambia	+	+++	- (Severe soil constraint)	-	+		-	Uni-variate probit	adoption of minimum soil disturbance
(Arslan et al., 2014a)	++	+++	+	-	++		+++	Uni-variate probit	adoption of crop rotation
(Arslan et al., 2014a)	+	+++	-	-	+		-	Random effects tobit and pooled fractional probit	Intensity of adoption of minimum soil disturbance n
(Arslan et al., 2014a)	+	+++	-	-***	+		-	random effects tobit and pooled fractional probit	Intensity of adoption of crop rotation
(Chiputwa et al., 2011) Zimbabwe	-	-	-* (slope)	+++	-**	+	+++	tobit	Proportion of area under minimum soil disturbance
(Chiputwa et al., 2011) Zimbabwe	++	-		-	+	+	-	tobit	Proportion of area under rotation
(Grabowski et al., 2014)		+++						Tobit regression, average partial effects	Adoption of minimum tillage in Dunavant
(Grabowski et al., 2014)		+			+			Tobit regression, average partial effects	Adoption of minimum tillage in Cargill
(Kunzekweguta et al., 2017)	+	practicing Mulch – Rotation //+**		++	+		-***	probit	Adoption of CA
(Kunzekweguta et al., 2017) Zimbabwe	-	practicing Mulch + Rotation -		+	+	+	-**	truncated model	Intensity of adoption of CA
(Ngoma et al., 2014) Zambia				++				Bivariate Probit	Adoption of planting bassin
(Ngoma et al., 2014)				+++			-*** (cattle disease)	Bivariate Probit	Adoption of ripping
(Ngoma et al., 2014)				+++			-*** (cattle disease)	Bivariate Probit	Adoption of minimum tillage
(Ngoma et al., 2014)				+++				truncated model	Intensity of planting bassin
(Ngoma et al., 2014)				+++			- (cattle disease)	truncated model	Intensity of ripping
(Ngoma et al., 2014)				+++			- (cattle disease)	truncated model	Intensity of minimum tillage
(Ngwira et al., 2014) Malawi	+			+	+	+++	+	The Heckman Two-Step Selection Model	Adoption of CA
		++		-***	-				Extent of CA
(Pedzisa et al., 2015a)	+	-**		+				logit	Disadoption of CA
(Pedzisa et al., 2015a) Zimbabwe	+	-**		+				probit	Disadoption of CA
(Pedzisa et al., 2015b)	+	+						Negative Binomial (count regression)	Intensity of CA

## Annexe 4 : Questionnaire pour l'enquête de 2015

## ENQUÊTE EXPLOITATION AGRICOLE DANS LE MOYEN OUEST DU VAKINANKARATRA (2013/2014)

Date de l'enquête : ...../...../..... N° Exploitation : ...../..... Nom de l'enquêteur :  
 COMMUNE : FOKONTANY : VILLAGE :

## Ménage

N°	Nom et prénoms	Lien de parenté avec CE	Genre	Age (ans)	Niveau scolaire atteint	Niveau scolaire en cours	Activités principales	Activités secondaires	Autres sources de revenus	UTA familial	UTA Familial agricole	Observations
1	CE											
2												
.												
.												

**Genre :** (1) Masculin, (2) Féminin

**Lien de parenté avec CE :** (1) Chef, (2) Conjoint(e) du chef, (3) Enfant du chef, (4) Gendre ou bru, (5) Petit enfant du chef, (6) Mère ou père du chef ou de son conjoint(e), (7) Frère ou sœur du chef ou de son conjoint(e), (8) Enfant confié apparenté, (9) Enfant confié non apparenté, (10) Autre parent, (11) Autre non apparenté

## MAIN D'ŒUVRE PERMANENTE ET SAISONNIERE I 0=Non ; 1=Oui , si oui :

Nom	Type de main d'œuvre	Genre	Age (ans)	Activités principales	Période de travail (du mois de...au...)	Durée dans l'année (mois)	Salaire mensuel (Ar)	Salaire annuel (Ar) (a)	Avantage en nature				Montant total Annuel (a+b)	Observations
									Type	Quantité	PU (Ar)	Valeur totale annuelle (Ar) (b)		

**Type main d'œuvre :** (1) saisonnière, (2) permanente

**Genre :** (1) Masculin, (2) Féminin



ENTRAIDE ☐ 0=Non ; 1=Oui , Si non expliquez pourquoi..... ; si oui :

Reçues					Données					Observations
Forme entraide	Entraide venant de...	Quantité si main d'œuvre (hj)	Type de matériel	Durée prestation	Forme entraide	Entraide à	Quantité si main d'œuvre (hj)	Type de matériel	Durée prestation	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

**Forme entraide :** (1) Main d'œuvre uniquement, (2) Prestation avec Matériel agricole (3) Matériels uniquement, (4) Autres à préciser dans observations : .....

**Entraide venant de/destiné à :** (1) Famille hors ménage, (2) Famille hors ménage, (3) Membre de l'association, (4) Autres à préciser dans observations : .....

APPARTENANCE A DES ORGANISATIONS OU FEDERATION D'ORGANISATION (des membres de la famille) ☐ 0=Non ; 1=Oui , Si non, pourquoi ?

oui : remplir le tableau suivant

Code individu	Nom de l'association	Type d'OP	Objectif de l'association	Intérêt principal pour l'exploitant	Observations
		<input type="checkbox"/>			
		<input type="checkbox"/>			
		<input type="checkbox"/>			
		<input type="checkbox"/>			
		<input type="checkbox"/>			

**Types OP :** 1=Coopératives et groupements professionnels 2=Association usager de l'eau ; 3=Organisation féminine ; 4=Organismes épargne/crédit ; 5=Organisation religieuse ; 6=Associations socioculturelles; 7=Autres organisation

**MATERIELS AGRICOLES**

N°	Nom et code Matériel	Quantité	Année d'achat	Etat à l'achat	Prix Unitaire d'achat (Ar)	Montant total (Ar)	Cout d'entretien pour 2014 (Ar)	Durée de vie (ans)	Observations
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				

**Code matériel:** (1)Attelage(zioga), (2)charrette, (3)Charrue, (4)Angady, (5)Antsimbilona, (6)Sarcluse, (7)Pulvérisateur, (8)Brouette, (9)Herse, (10 )Semoir, (11)Epandeur engrais, (12)Velo, (13)Moto, (14)Voiture, (15)Camion, (16)Batteuse à moteur, (17)Batteuse à pédale, (18)Décortiqueur, (19)Groupe électrogène, (20)Matériel d'arrosage, (21)panneaux solaires, (22) Autres: préciser dans colonne

**Etat matériel :** (1) Neuf, (2) Occasion

**BATIMENTS AGRICOLES**

N°	Nom et Code bâtiment	Surface (m²)	Année de construction	Prix de construction (Ar)	Cout d'entretien pour 2014 (Ar)	Observations
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		

**Code bâtiment agricole :** (1) Etable, (2)Porcherie, (3) Poulailier, (4) Grenier, (5) Magasin de stockage, (6) Hangar pour matériel, (7)Garage, (8) Autres à préciser dans colonn

## FONCIER (2013/2014)

Code Champ	Nb parcelle	Dénomination	Type de champs	Toposéquence	Surface (Ares)	Mode de tenure	Statut foncier	Mode d'acquisitions	Année d'acquis	Montant si achat (Ar)	Observations
1											
2											
.											
.											

**Type de champs:** (1) Cultivé, (2) Mis en jachère, (3) Vergers, (4) étang, (5) Jardin de case, (6) Plantation forestière, (7) Pâturage, (8) Autres à préciser dans colonne

**Toposéquence :** (1) Plateau de tanety, (2) Tanety en pente, (3) Bas de pente, (4) Baiboho (5) RMME (6) RI, (7) Marécage

**Mode de tenure foncière :** (1) Faire valoir direct, (2) Pris en métayage, (3) Pris en location, (4) Mis en métayage, (5) Mis en location, (6) Pris en prêt gratuit (7) Mis en prêt gratuit

**Statut foncier si Faire valoir Direct:** (1) Titré au nom d'un membre du ménage, (2) Titré au nom d'aïeux ou d'autres individus, (3) Cadastéré, (4) Certifié (certificat foncier), (5) Petits papiers (acte de vente), (6) Sécurisé par les autorités traditionnelles, (7) Sans papier ni sécurisation, (8) Autres à préciser dans colonne

**Mode d'acquisition des terres :** (1) Achat, (2) Héritage, (3) Héritage tournant, (4) Don, (5) Appropriation par l'Angady, (6) Récupération d'une terre gagée, (7) Echange ou troc (8) Location/Métayage, (9) Autres à préciser

## Rente foncière (2013/14) si champ mis en location ou en métayage

Code Champ	Montant reçu pour location (Ar) a	Quantité reçue pour Métayage et valorisation					Charges payée par le propriétaire liées à la location/métayage					Montant total reçu (Ar) (a-c ou b-c)	Durée location/métayage	Observations
		Code culture	Quantité	Unité	PU (Ar)	Valeur (Ar) b	Type Charges	Quantité	Unité	PU (Ar)	Montant (Ar) c			

## Vente terres (2013/14)

N°	Surface (Ares)	Toposéquence	Recettes vente (Ar)	Raisons de la vente	Observations
1					
2					
3					
4					

**Toposéquence :** (1) Plateau de tanety, (2) Tanety en pente, (3) Bas de pente, (4) Baiboho (5) RMME (6) RI, (6) Marécage

RIZIERES SUR BAS FOND (2013/2014)

Code champ/parcelle :  Saison :  (1) grande saison, (2) contre saison, (3) saison intermédiaireCode système de culture (2013/2014)  Technique culturale :  Surface :  ares

CHARGES	INTRANTS, PRESTATIONS, ET MAIN D'ŒUVRE SALARIEE EXTERIEUR (temporaires)										OBSERVATION
	Type intrant/prestation travail	Origine	Quantité	Unité	PU (Ar)	Montant total (Ar) a	Avantage en nature			Montant total (Ar) (a+b)	
							Quantité (hj)	PU/hj (Ar)	Valeur(Ar) b		
1.Labour pépinière	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
2.Hersage pépinière	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
3.Planage pépinière	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
3.Préparation semence	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
4.Traitement semence	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
5.Fertilisation pépinière 1	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
6.Fertilisation pépinière 2	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
7.Fertilisation pépinière 3	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
8.Emottage/buttage	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
9.Labour rizière	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
10.Hersage	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
11.Planage	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
12.Entretien digue	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
13.Arrachage/transport	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
14.Repiquage	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
15.Fertilisation 1	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
16.Fertilisation 2	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
17.Sarclage manuel	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
18.Sarclage mécanique	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
19.Traitements Phytosanitaires	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
20.Coupe	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
21.Transport	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
23.Battage	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
24.Autres charges	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
LOCATION/METAYAGE	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
TOTAL											

PRODUCTION RECOLTEE 1 :  unité  soit :  Kg Equivalence unité :Appréciation :  bonne  normale  mauvaise Pourquoi ? :

.....

**Technique culturale** : (1) SRI, (2) SRA, (3) Semis en foule, (4) Semis direct en poquet, (5) Semis à la volée (6) SCV, (7) Traditionnel, (8) Autres à préciser**Type intrant** : (1) semence amélioré, (2) semence traditionnel, (3) Fumier, (4) Lisier de porc, (5) Fiente de volaille, (6) Compost, (7) Mixte de fumier organique, (8) NPK, (9) Urée, (10) TSP, (11) DAP, (12) Gaucho, (13) Insector, (14) Rifit, (15) Déshormone, (16) Glyphosate, (17) main d'œuvre à la tâche, (18) main d'œuvre journalière, (19) Prestation, (20) Autres à préciser dans colonne**Origine** : (1) Autofournie, (2) Fourni par le propriétaire, (3) échangé, (4) acheté, (5) loué, (6) Entraide, (7) Autres à préciser dans colonne

## AUTRES CULTURES ANNUELLES SUR TANETY ou BAS FOND (2013/2014)

Code champ/parcelle :  Saison :  (1) grande saison, (2) contre saison, (3) saison intermédiaire

Technique culturale :

Culture 1<sup>ère</sup> (2013/14) :

Code système de culture (2012/2013)

Culture 2<sup>nd</sup>aire (2013/14) :

Code système de culture (2014/2015)

Culture 3<sup>ème</sup> (2013/14) :

Surface:  ares

CHARGES	INTRANTS, PRESTATIONS, ET MAIN D'ŒUVRE SALARIEE EXTERIEUR (temporaires)										OBSERVATION
	Type intrant/prestation/travail	Origine	Quantité	Unité	PU (Ar)	Montant total (Ar) a	Avantage en nature			Montant total (Ar) a+b	
							Quantité (hj)	PU/hj (Ar)	Valeur (Ar) b		
1.Labour	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
2.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
3.Semis 1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
4.Semis 2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
5.Semis 3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
6.Fertilisation 1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
7.Fertilisation 2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
8.Sarclage manuel	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
9.Sarclage mécanique	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
10. Traitements Phytosanitaires	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
11.Coupe	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
12.Transport	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
13.Battage	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
14.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
15.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
LOCATION/ METAYAGE	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
TOTAL	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

Code culture	Forme	Production récoltée				Rendement (kg/ha)	Appréciation	Pourquoi cette appréciation
		Quantité	Unité locale	Equivalence unité en kg	Production (kg)			
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

**Technique culturale :** (1) SRI, (2) SRA, (3) Semis en foule, (4) Semis direct en poquet, (5) Semis à la volée (6) SCV, (7) Traditionnel, (8) Autres à préciser

**Type intrant :** (1) semence améliorée, (2) semence traditionnelle, (3) Fumier, (4) Lisier de porc, (5) Fiente de volaille, (6) Compost, (7) Mixte de fumier organique, (8) NPK, (9) Urée, (10) TSP, (11) DAP, (12) Gaücho, (13) Insector, (14) Rifit, (15) Déshormone, (16) Glyphosate, (17) main d'œuvre à la tâche, (18) main d'œuvre journalière, (19) Prestation, (20) Autres à préciser dans colonne

**Origine :** (1) Autofournie, (2) Fourni par le propriétaire, (3) échangé, (4) acheté, (5) loué, (6) Entraide, (7) Autres à préciser dans colonne

**Formes :** (1) Grain de paddy, (2) Grain de riz blanc, (3) épis de céréale, (4) Grain de céréale, (5) tubercule frais, (6) tubercule séché, (7) Arachide en coque fraîche, (8) Arachide coque sèche, (9) Graines de légumineuse fraîche (10) Graines de légumineuse sèches (y compris arachide), (11) Fruits, (12) Autres à préciser

**Appréciation récolte :** (1) Bonne (2) Normale, (3) Mauvaise

## CULTURES en SYSTEME SCV SUR TANETY

Code champ/parcelle :  Saison :  (1) grande saison, (2) contre saison, (3) saison intermédiaire

Technique culturale :

Culture 1<sup>ère</sup> (2013/14) :

Code système de culture (2012/2013)

Culture 2<sup>nd</sup>aire (2013/14) :

Code système de culture (2014/2015)

Culture 3<sup>ème</sup> (2013/14) :

Surface :  ares

CHARGES	INTRANTS, PRESTATIONS, ET MAIN D'ŒUVRE SALARIEE EXTERIEUR (temporaires)										OBSERVATION
	Type intrant/prestatio n/travail	Origin e	Quantit é	Unité	PU (Ar)	Montant total (Ar) a	Avantage en nature			Montant total (Ar) a+b	
							Quantité (hj)	PU/hj (Ar)	Valeur (Ar) b		
1.Gestion couverture	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
2.	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
3.Semis 1	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
4.Semis 2	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
5.Semis 3	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
6.Fertilisation 1	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
7.Fertilisation 2	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
9.Sarclage manuel	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
10.Sarclage mécanique	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
11.Traitements Phytosanitaires	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
12.Coupe	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
13.Transport	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
14.Battage	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
15.	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
16.	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
LOCATION/ METAYAGE	<input type="text"/>	<input type="text"/>									
TOTAL											

Code culture	Forme	Production récoltée				Rendement (kg/ha)	Appréciation	Pourquoi cette appréciation
		Quantité	Unité locale	Equivalence unité en kg	Production (kg)			
<input type="text"/>								
<input type="text"/>								
<input type="text"/>								
<input type="text"/>								
<input type="text"/>								

**Technique culturale :** (1) SRI, (2) SRA, (3) Semis en foule, (4) Semis direct en poquet, (5) Semis à la volée (6) SCV, (7) Traditionnel, (8) Autres à préciser

**Type intrant :** (1) semence améliorée, (2) semence traditionnelle, (3) Fumier, (4) Lisier de porc, (5) Fiente de volaille, (6) Compost, (7) Mixte de fumier organique, (8) NPK, (9) Urée, (10) TSP, (11) DAP, (12) Gaucho, (13) Insector, (14) Rifit, (15) Déshormone, (16) Glyphosate, (17) main d'œuvre à la tâche, (18) main d'œuvre journalière, (19) Prestation, (20) Autres à préciser dans colonne

**Origine :** (1) Autofournie, (2) Fournie par le propriétaire, (3) échangée, (4) achetée, (5) louée, (6) Entraide, (7) Autres à préciser dans colonne

**Formes :** (1) Grain de paddy, (2) Grain de riz blanc, (3) épis de céréale, (4) Grain de céréale, (5) tubercule frais, (6) tubercule séché, (7) Arachide en coque fraîche, (8) Arachide coque sèche, (9) Graines de légumineuse fraîche (10) Graines de légumineuse sèches (y compris arachide), (11) Fruits, (12) Autres à préciser

**Appréciation récolte :** (1) Bonne (2) Normale, (3) Mauvaise

**PRODUCTION TOTALE des CULTURES PERENNES**

Code culture	Nombre de pieds	Surface (Ares)	Charges opérationnelles					Production totale	Unité	Observations
			Charges ( à coder plus tard)	Quantité	Unité	PU (Ar)	Montant (Ar)			

**PRODUCTION TOTALE ET DESTINATION DES PRODUITS DES CULTURES ANNUELLES ET PERENNES**

Culture ou produit et code	Production totale	Unité	Destinations des cultures								Observations
			Autoconsommation (nourriture)	Semence	Pertes	Paiement en nature	Dons	Intra consommation	Vente	Stock	

## TRANSFORMATION DES PRODUITS AGRICOLES

Code individu	Code activités (à coder plus tard)	Matières premières agricoles			Production				Charges opérationnelles		Marge nette (Ar) (a-b)
		Code culture	Quantité	Unité	Quantité	Unité	PU (Ar)	Recettes (Ar) <i>a</i>	Charges et code	Montant (Ar) <i>b</i>	
	_								_		
	_								_		
	_								_		

**Code source de revenu :** (1) fabrication huile, (2) Yaourt, (3) Fromage, (3) Autres à préciser dans colonne

## PRINCIPALES VENTES DES PRODUITS des CULTURES ANNUELLES ET PERENNES

Code culture	Formes	Mois	Quantité	Unité	PU (Ar)	Recettes ventes (Ar) <i>a</i>	Charges liées à la vente (Ar) <i>b</i>	Marge nette (Ar) (a-b)	Observations
_	_								
_	_								
_	_								
_	_								

**Formes:** (1) Grain de paddy, (2) Grain de riz blanc, (3) épis de céréale, (4) Grain de céréale, (5) tubercule frais, (6) tubercule séché, (7) Arachide en coque fraîche, (8) Arachide coque sèche, (9) Graines de légumineuse fraîche (10) Graines de légumineuse sèches (y compris arachide), (11) Fruits, (12) Autres à préciser dans colonne



## INVENTAIRE ELEVAGE

Code Animal	Inventaire février 2014	Entrées			Sorties						Inventaire février 2015	Observations
		Naissance	Dons	Achat	Vente	Mort	Perte	Vol	Autocons	Dons		

**Code animal :** (1) Zébus de trait de plus de 4 ans, (2) Zébus de plus de 4 ans, (3) Vache Laitière de plus de 4 ans, (4) Vache Non-Laitière de plus de 4 ans, (5) Génisse de 2 à 3 ans, (6) Taurillon de 2 à 3 ans, (7) Veau de moins de 2 ans, (8) Vêl de moins de 2 ans, (9) Bœuf de réforme, (10) Verrat, (11) Truie, (12) Porc, (13) Porcelet, (14) Coq, (15) Poule, (16) Poulet, (17) Poussins, (18) Autres Volailles, (19) Ovin, (20) Caprin, (21) Poissons, (22) Alevins, (23) Reine d'abeille, (24) Autres à préciser dans colonne

## Achat Animal (2014)

Code animal	Quantité	Unité	PU (Ar)	Charges (Ar)	Observations raison achat (pour engraisser pour reproducteur, pour traction, etc.)

## Vente Animal (2014)

Code animal	Quantité	Unité	PU (Ar)	Recettes (Ar)	Observations

## Produits d'élevage : Production et destinations

Produits d'élevage : Production et destinations								
Produit d'élevage et code	Production totale	Unité	Destinations des produits d'élevage					Observations
			Autoconsommation	Autres	Vente			
					Quantité	PU (Ar)	Recettes (Ar)	

**Code produit d'élevage :** (1) Lait, (2) œufs, (3) Fumier organique, (4) Miel, (5) Autres à préciser dans colonne

## Intrants élevage

Nom intrants/code	Origine	Quantité	Unité	PU (Ar)	Montant (Ar)	Observations
_	_					
_	_					
_	_					

**Type intrants** : (1) vaccins (2) produits médicaments vétérinaire, (3) sel, (4) tourteaux, (5) concentré/provende ; (6) Saillie (7) insémination artificielle, (8) honoraires vétérinaire ou autre infirmer d'élevage, (9) son de riz ou autre céréales, (10) Autres alimentation achetée

**Origine** : (1) autofournie, (2) fourni par le propriétaire, (3) échangé, (4) acheté, (5) loué, (6) Entraide

## REVENUS HORS DE L'EXPLOITATION AGRICOLE (2014)

## • Salariat agricole dans d'autres exploitations agricoles (2014)

Code individu	Type de travail	Période de travail (du mois de...au...)	Durée (j)	Salaire journalière la tâche (Ar)	Salaire perçu en 2014 (Ar) a	Avantage en nature				Montant total perçu en 2014 (Ar) (a+b)	Observations
						Type	Quantité	PU (Ar)	Valeur (Ar) b		
						_					
						_					
						_					

## • Salariat non agricole (2014)

Code individu	Activité salariée	Période de travail (du mois de...au...)	Durée (mois)	Salaire mensuel(Ar)	Salaire perçu en 2014(Ar) a	Avantage en nature				Montant total perçu en 2014 (Ar) (a+b)	Observations
						Type	Quantité	PU (Ar)	Valeur (Ar) b		
						_					
						_					
						_					

## • Activités extra-agricoles de service ou de commerce (2014)

Code individu	Code Activités	Période de travail (du mois de...au...)	Durée dans l'année (mois)	Montant moyen perçu par mois (Ar)	Recettes en 2014 (Ar) a	Charges				Marge nette en 2014 (Ar) (a-b)
						Type de charges	Quantité	PU (Ar)	Montant Charges (Ar) b	
	_					_				
	_					_				
	_					_				

## • Prestations matériels agricoles (2014)

Type de prestation et Code	Période de travail (du mois de...au...)	Durée dans l'année (mois)	Nombre total prestation	PU de la prestation (Ar)	Recettes en 2014 (Ar) a	Charges				Marge nette en 2014 (Ar) (a-b)
						Type de charges	Quantité	PU (Ar)	Montant Charges (Ar) b	
_						_				
_						_				
_						_				

• Rente autre que rente foncière (2014)

Type de rente	Durée de location en 2014 (mois)	Montant mensuel de location (Ar)	Montant total location en 2014 (Ar)	Observations
_				
_				
_				
_				

**Type de rente :** (1) location de maison, (2) location de bâtiment, (3) location de matériel, (3) Autres à préciser dans colonne

• Indemnité et rémunération perçues en 2014 pour responsabilité dans collectivité locale, Organisation paysanne ou associations diverses

Code individu	Type Activité/responsabilité	Temps consacré	Unité	Modalités de rémunération	Montant perçus 2014 (Ar) a	Avantage en nature				Montant total perçu en 2014 (Ar) (a+b)	Observations
						Type	Quantité	PU (Ar)	Valeur (Ar) b		
						_					
						_					
						_					

TRANSFERT (2014)

Type	Formes	Origine/Destinataire	Valeur (Ar)	Observations
		_		
		_		
		_		

**Type de transfert :** (1) cédés, (2) reçus.

**Formes :** (1) Argent, (2)PPN, (3)Alimentation, (4)Intrants Cultures, (5)Intrants Elevage, (6)Vêtements, (7)Fourniture scolaire, (8)Matériel de soins et santé, (9) Autres à préciser dans colonne

**Origine /Destinataire transfert :** (1) Famille hors ménage, (2) Autres Ménages (3)ONG, Association, projet, (4)Autorité administrative (5) ) Autres à préciser dans colonne

## • Retraites et pensions (2014)

Code individu	Montant mensuel (Ar)	Montant en 2014 (Ar)	Observations

CREDIT (2013/2014) : \_\_\_ I 0=Non ; 1=Oui , Si non, Pourquoi.....

Si oui, remplir le tableau suivant

Type de crédit	Origine	Utilisation	Emprunt de	Valeur/Montant emprunté (Ar)	Durée de l'emprunt (mois)	Mode de Remboursement		Observations (préciser la nature du contrat surtout informel)
						Remboursement en	Montant /Valeur remboursée (Ar)	
_	_	_						
_	_	_						
_	_	_						

**Recours au crédit :** (0) Non, (1) Oui**Type de crédit :** (0) Informel, (1) Formel**Origine Crédit :** (1) Banque, (2) IMF, (3) Organisme de développement, (4) Organisation paysanne, (5) Commerçant, (6) Autre ménage non famille, (7) Famille, (8) Autres à préciser**Utilisation crédit :** (1) Crédit de campagne, (2) Crédit d'investissement, (3) Autres à préciser**Emprunt de/Remboursement en :** (1) Argent, (2) PPN non alimentaire (huile, bougie...), (3) PPN alimentaire (paddy, manioc...) (4) Autres à préciser dans colonne

EPARGNE (2014) \_\_\_ I 0=Non ; 1=Oui, Si oui, remplir le tableau suivant

Formes épargne	Pourquoi cette forme	Valeur épargne (Ar)	Observations
_			
_			
_			

**Formes épargne :** (1) Argent à la maison, (2) Dépôt en Banque ou IMF, (3) Dépôt à des associations (4) Stock de produit en nature, (5) Terres, (6) Bâtiment, (7) Bijoux, (8) Zébus, (9) Prêt à des familles ou amies, (10) Autres liées à l'exploitation agricole, (11) Autres à préciser dans colonne

• **Pratique des SCV (ou Agriculture de Conservation ou Voly Rakotra)**

Pratiquez-vous les SCV: I \_\_\_ I (0=Non, 1: Oui mais plus maintenant, 2 : Oui jusqu'à maintenant)

**Si OUI jusqu'à maintenant**

**Comment avez-vous connu le SCV pour la première fois ? Par Qui? Où?**

.....

.....

.....

**Avez-vous eu des animations/formation sur ce thème ? \_\_\_ I 0=Non ; 1=Oui**

**Si non, Pourquoi?**

**Si oui, Par qui?**

*1=Déjà pratiqué par les parents ; 2=Animation/formation du Ministère ou des STD (DRDR, CIRDR) ; 3=Animation/formation de la région  
4=Animation/formation des collectivités (Commune) ; 5=Animation/formation d'un projet (à préciser) ; 6=Animation/formation d'un ONG ou  
Organisme confessionnel (Branche de Eglise, ONG reliée à l'Eglise.... A préciser qui) ; 7=Animation/formation à la radio/ou télévision ; 8=Par  
observation et animation des paysans à côté ; 9=Animation/formation par un membre de la famille ; 10=Autres à préciser*

**Comment appréciez-vous la démarche et approche de l'animateur/formateur dans le processus de diffusion des SCV ?**

.....

.....

.....

**Evolution du système SCV au sein de l'exploitation**

Année	Surface concernée (Ares)	Part surface SCV par rapport surface totale <i>tanety</i> disponible (%)	Code culture	Rendement (Kg/ha)	Observations
			I ___ I		
			I ___ I		
			I ___ I		
			I ___ I		
			I ___ I		
			I ___ I		

**Quels sont les avantages du SCV ?**

.....

.....

.....

**Quels sont les inconvénients du SCV ?**

.....

.....

**Quels sont les impacts globaux au sein de l'exploitation agricole des changements de technique sur (par rapport au mode conventionnel):**

**1. La rotation culturale :**

.....

.....

**2. La gestion de la couverture**

.....

.....

.....

**3. Le non-labour**

.....

.....

• **Pratique des SCV (ou Agriculture de Conservation ou Voly Rakotra)**

Pratiquez-vous les SCV: I \_\_\_ I (0=Non, 1: Oui mais plus maintenant, 2 : Oui jusqu'à maintenant)

**OUI mais plus maintenant**

Comment avez-vous connu le SCV pour la première fois ? Par Qui? Où?

.....

.....

Avez-vous eu des animations/formation sur ce thème? \_\_\_ I 0=Non ; 1=Oui , Si non, Pourquoi

Si non, Pourquoi ?

Si oui, Par qui ?

1=Déjà pratiqué par les parents ; 2=Animation/formation du Ministère ou des STD (DRDR, CIRDR) ; 3=Animation/formation de la région  
4=Animation/formation des collectivités (Commune) ; 5=Animation/formation d'un projet (à préciser) ; 6=Animation/formation d'un ONG ou  
Organisme confessionnel (Branche de Eglise, ONG reliée à l'Eglise.... A préciser qui) ; 7=Animation/formation à la radio/ou télévision ; 8=Par  
observation et animation des paysans à côté ; 9=Animation/formation par un membre de la famille ; 10=Autres à préciser

Comment appréciez-vous la démarche et approche de l'animateur/formateur dans le processus de diffusion des SCV ?

.....

.....

**Evolution du système SCV au sein de l'exploitation**

Année	Surface concernée (Ares)	Part surface SCV par rapport surface totale <i>tanety</i> disponible (%)	Code culture	Rendement (Kg/ha)	Observations
			I ___ I		
			I ___ I		
			I ___ I		

Quels sont les avantages du SCV ?

.....

.....

Quels sont les inconvénients du SCV?

.....

.....

Quels sont les raisons d'abandon?

.....

.....

Quelles solutions proposez-vous pour y remédier ?

.....

.....

• **Pratique des SCV (ou Agriculture de Conservation ou Voly Rakotra)**

Pratiquez-vous les SCV: I \_\_\_ I (0=Non, 1: Oui mais plus maintenant, 2 : Oui jusqu'à maintenant)

**NON**

Connaissez-vous le SCV? \_\_\_ I (0=Non, 1: Oui)

Si oui,

Comment avez-vous connu le SCV pour la première fois ? Par Qui? Où?

.....

.....

Avez-vous prévus d'adopter le SCV ? Pourquoi ?

.....

.....

Si oui, quand est ce vous comptez le pratiquer?

.....

.....

## Annexe 5 : L'AC à base de stylosanthes

*Stylosanthes guianensis* (Figure 25) est une excellente plante de couverture à haute valeur agronomique. C'est une légumineuse herbacée pérenne, originaire d'Amérique du Sud qui fixe de grandes quantités d'azotes et qui ressème naturellement. La biomasse aérienne produite peut aller jusqu'à 20 t.ha<sup>-1</sup> de matière sèche sur sols riches, ce qui lui confère la capacité à lutter contre l'érosion.



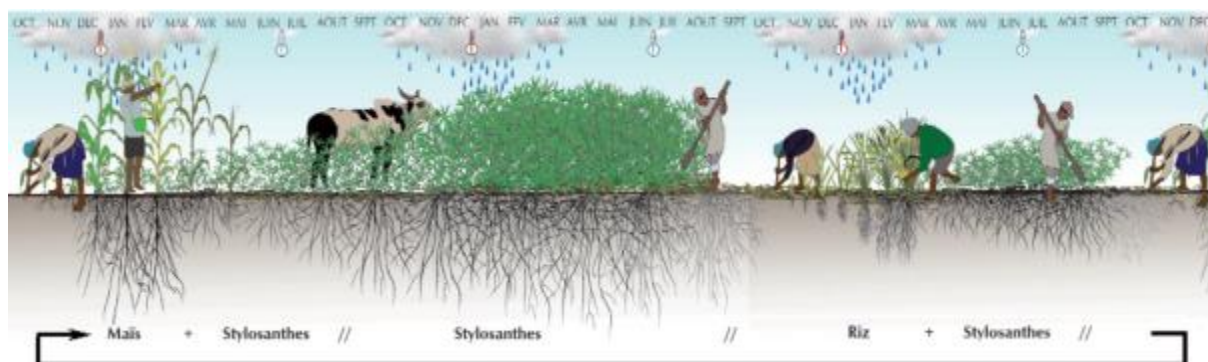
**Figure 25 : *Stylosanthes guianensis***

Le stylosanthes est également muni de puissants systèmes racinaires qui permet de recycler les éléments nutritifs en profondeur et d'améliorer la structure des sols compactés.

**Photo : Rakotondramanana dans Manuel SCV à Madagascar (Husson et al., 2008)**

Son caractère pérenne et à sa forte production de biomasse permet de limiter les effets des adventices telle que le striga. Différentes études réalisées dans le Moyen-Ouest du Vakinankaratra ont montré que l'AC utilisant le stylosanthes comme plante de couverture réduit l'invasion du striga (Michellon et al., 2011; Randrianjafizana et al., 2018). Non comestible pour l'homme, il peut être utilisé comme fourrage pour les zébus.

Les niveaux de complexité des systèmes d'AC sont variables parmi la large gamme de systèmes possibles. (Husson et al., 2008) évalue que l'AC à base Stylosanthes est extrêmement simples à mettre en œuvre. Les étapes pour la mise en place de l'AC à base de stylosanthes sont les suivantes (Figure 26) :



**Figure 26 : Un exemple de système de rotation culturale en AC à base de stylosanthes guianensis**

**Source : Manuel SCV à Madagascar ((Husson et al., 2008).**

En première année (année 0), le sol est labouré au mois d'octobre. Les cultures de subsistance telles que le riz, le maïs ou le manioc semées sont associées au stylosanthes sur *tanety*. Le stylosanthes s'implante lentement. Les semis des deux plantes (plante principale et plante de couverture) peuvent donc se faire en même temps sans qu'il y ait risque de compétition entre

elles. La dose de semis est 2 à 5 kg.ha<sup>-1</sup> pour le stylosanthes, quantité pouvant être produite sur une surface de 2 à 5 ares. Le stylosanthes est ensuite laissé sur la parcelle durant toute la période sèche de l'année 0.

L'année suivante (année 1), on laisse encore la parcelle en jachère dit « améliorée » de stylosanthes pour obtenir suffisamment de biomasse ce qui de fait crée une année de jachère améliorée sans production. En fin de saison sèche en année 1, si la biomasse est produite en quantité suffisante (Figure 27 au milieu et à droite), le stylosanthes est tué pour former la couverture (détail en bas). Avant de le tuer, on le laisse se grainer pour qu'il se resseme facilement les années suivantes.



**Figure 27 : Stylosanthes sur *tanety*.**

**Estimation de la production en matière sèche inférieure à 2t.ha<sup>-1</sup> (à gauche), 6 à 7 t.ha<sup>-1</sup> (au milieu), supérieure à 12 t ha<sup>-1</sup> (à droite)**



**Figure 28 : Riz cultivé sur couverture de stylosanthes**

**Source : Manuel SCV à Madagascar (Husson et al 2008)**

L'année 2, on sème à nouveau les cultures de subsistances sous le couvert de stylosanthes sans faire recours au labour (Figure 28). Le Stylosanthes est seulement semé la première année et les graines tombées poussent naturellement pour les années suivantes.

Toutefois, si le stylosanthes ne s'est pas bien développé en année 1 (Figure 27 à gauche) parce que les terres sont pauvres ou parce qu'une partie de la biomasse a servi à l'alimentation des zébus alors en année 2 : soit la parcelle sera à nouveau mise en jachère de stylosanthes comme en année 1, soit elle est mise en culture selon le schéma précédent. Dans ce second cas, le stylosanthes a déjà pris une longueur d'avance par rapport aux

cultures principales alors il sera maîtrisé par un léger décapage et non fauché au ras du sol comme précédemment. La production de biomasse de stylosanthes ne sera pas suffisante pour limiter l'effet des plantes adventices telles que le striga mais cette pratique permet de produire une année sur deux.



Il existe trois façons de contrôler le stylosanthes pour former une couverture morte (Husson et *al.*, 2008). L'objectif est de dessécher la couverture végétale fournie par le Stylosanthes, sans la déstructurer. Si la biomasse est produite en faible quantité, un fauchage manuel au ras du sol des pieds de stylosanthes avec un coup de bêche est suffisant.

Pour une grande quantité de biomasse, le stylosanthes est d'abord enroulé dans le sens de sa largeur en repoussant la biomasse avec la manche des bêches pour identifier les pieds éloignés les uns des autres. Ces pieds de Stylosanthes seront ensuite coupés une à une au ras du sol avec une bêche. Cette opération est renouvelée autant de fois jusqu'à ce que le stylosanthes de toute la parcelle soit enroulé (Figure 29 à gauche). Enfin, la biomasse enroulée est déroulée pour couvrir le sol (Figure 29 à droite). Le temps de travail nécessaire peut aller jusqu'à 100 hj.ha<sup>-1</sup>.



**Figure 29 : Enroulement après fauche des pieds (à gauche) et déroulement (à droite) du stylosanthes**

**Source : Manuel SCV à Madagascar (Husson et *al.*, 2008)**

Cette opération de coupe de stylosanthes est faite en fin de saison sèche de l'année 1 soit deux à dix semaines avant le semis des cultures principales de la culture de l'année 2 pour laisser le temps à la couverture formée de se tasser et faciliter le semis des cultures principales sur cette couverture après

Le stylosanthes peut également être contrôlé par voie mécanique et/ou chimique par l'utilisation d'un matériel spécifique à traction animale nommé rouleau à cornière (Figure 30) puis l'application d'herbicide moyennant un pulvérisateur porté à dos d'homme. Le rouleau assez lourd permet de tasser et de tuer le stylosanthes. Les temps nécessaires sont respectivement de 4 à 6 hj.ha<sup>-1</sup> avec des herbicides et 3 à 5 jours/ha avec un rouleau (Husson et *al.*, 2008).



**Figure 30 : Utilisation de rouleau pour tuer le stylosanthes**

**Photo : Moussa**



**Figure 31 : Piétinement des zébus sur stylosanthes**

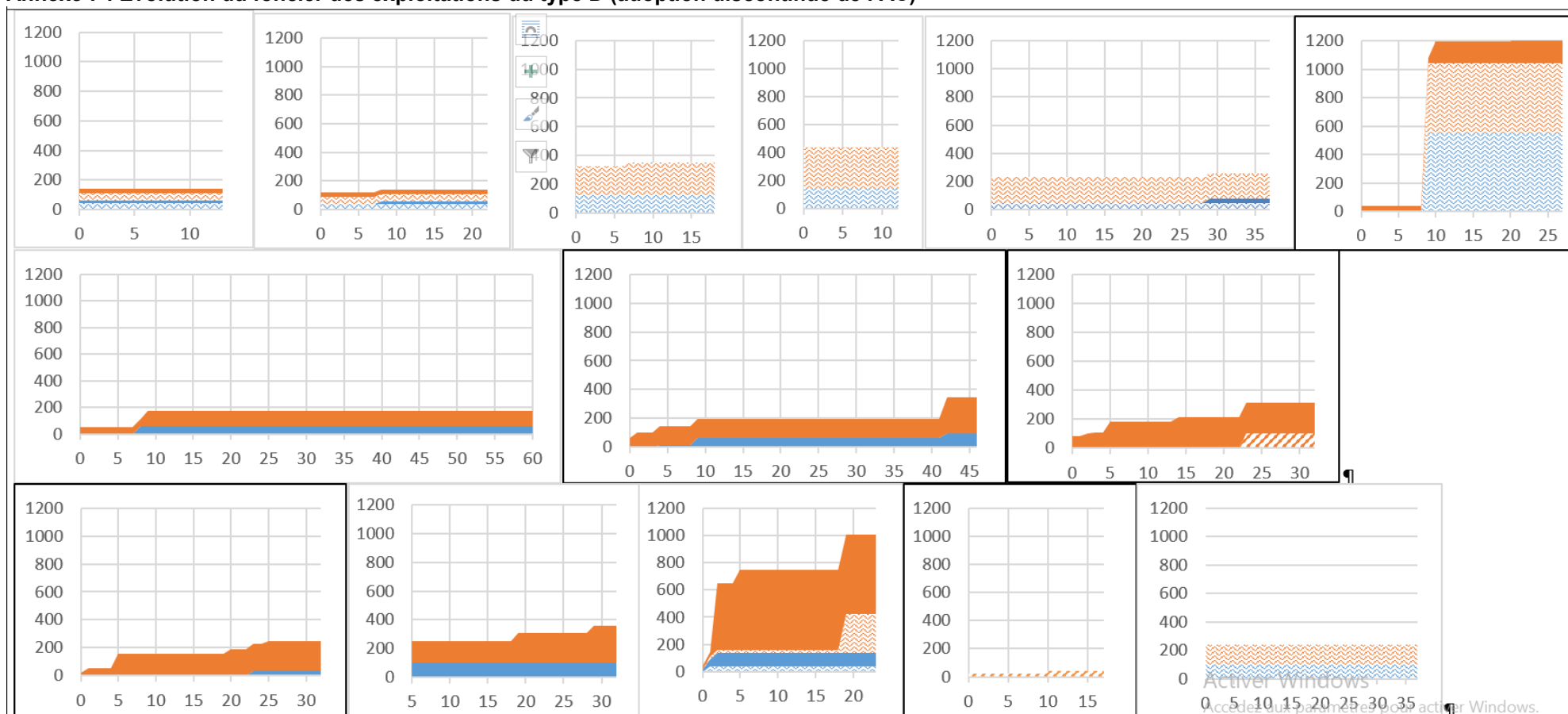
**Photo : Moussa dans Manuel SCV à Madagascar**

Il est également possible de faire piétiner les parcelles par des zébus afin de tuer le stylosanthes (Figure 31) Toutefois, cette opération a l'inconvénient de ne pas bien répartir la couverture formée, ce qui va demander encore du travail par la suite.

**Annexe 6 : Guide d'entretien pour l'enquête de 2017**

Année début adoption	Année fin adoption	Raisons pour la 1 <sup>ère</sup> adoption	Année intermédiaire		Raisons fin adoption
			Problèmes rencontrés	Solutions proposées (si AC poursuivie)	

## Annexe 7 : Evolution du foncier des exploitations du type D (adoption discontinue de l'AC)



## LISTES DES TABLEAUX

Table 1 : Adoption of conservation agriculture in some countries in sub-Saharan Africa in 2009.....	22 -
Table 2 : Adoption of no-tillage in sub-Saharan Africa in 2010 .....	22 -
Table 3 : Adoption of conservation agriculture in sub-Saharan Africa in 2012 .....	22 -
Table 4 : Factors influencing the decision related to adoption or and disadoption of conservation agriculture . - 23 -	
Tableau 5 : Répartition des exploitations selon leur appartenance aux types d'organisation paysanne ....	43 -
Tableau 6 : Coût moyen du fermage et du métayage selon le type de terre .....	45 -
Tableau 7 : Répartition des exploitations selon le nombre de zébus de trait.....	47 -
Tableau 8 : Moyenne du cheptel par exploitation en nombre et valeur selon les communes .....	47 -
Tableau 9 : Composition moyenne du revenu global par exploitation .....	49 -
Tableau 10 : Seuils de pauvreté et incidences.....	50 -
Tableau 11 : Répartition par statut d'adoption de l'agriculture de conservation par les exploitations .....	53 -
Table 12 : Description of explanatory variables and hypothesized relations with adopters of conservation agriculture (with respect to non-adopters). .....	62 -
Table 13 : Adoption/ Disadoption level of conservation agriculture in Western of <i>Vakinankaratra</i> , Madagascar .....	63 -
Table 14 : Reasons reported for disadopting conservation agriculture in Western of <i>Vakinankaratra</i> , Madagascar .....	63 -
Table 15 : Characteristics of the sampled population .....	65 -
Table 16 : Heckprobit model of conservation agriculture disadoption with sample selection .....	67 -
Tableau 17 : Exploitations enquêtées en 2015 et en 2017 selon les catégories .....	71 -
Tableau 18 : Principales caractéristiques et performances des exploitations selon la trajectoire d'adoption de l'agriculture de conservation .....	75 -
Tableau 19 : Interprétation du comportement d'adoption discontinuée en fonction de la SAU disponible et du revenu non agricole des exploitations du type D.....	77 -
Tableau 20 : Les raisons de première adoption de l'agriculture de conservation en lien avec les résultats attendus (des moyens d'existence) .....	78 -
Tableau 21 : Les raisons de première adoption de l'agriculture de conservation en lien avec les dotations en capitaux des exploitations.....	80 -
Tableau 22 : Les raisons de première adoption de l'agriculture de conservation en lien avec les institutions et organisations de dissémination .....	81 -
Tableau 23 : Les raisons d'abandon de l'agriculture de conservation en lien avec les capitaux .....	83 -
Tableau 24 : Les raisons d'abandon de l'agriculture de conservation en lien avec les résultats sur les moyens d'existence .....	87 -
Tableau 25 : Les raisons d'abandon de l'agriculture de conservation en lien avec les institutions et organisations de dissémination .....	88 -
Tableau 26 : Les raisons d'abandon de l'agriculture de conservation en lien avec les stratégies de moyens d'existence .....	88 -
Tableau 27 : Solutions adaptatives adoptées par les exploitations face aux problèmes d'adoption de l'agriculture de conservation .....	92

## LISTES DES FIGURES

Figure 1: Sustainable Rural Livelihoods (SRL) framework adapted from DFID (1999) .....	11 -
Figure 2 : Présentation du Moyen-Ouest (à gauche) et de la région <i>Vakinankaratra</i> (à droite) .....	28 -
Figure 3 : Précipitation et température du Moyen Ouest du <i>Vakinankaratra</i> (2006 à 2017).....	29 -
Figure 4 : Les unités agronomiques dans le Moyen Ouest de <i>Vakinankaratra</i> .....	30 -
Figure 5 : La densité de la population dans la région du <i>Vakinankaratra</i> .....	32 -
Figure 6 : <i>Lavaka</i> dans le Moyen Ouest du <i>Vakinankaratra</i> .....	32 -
Figure 7 : <i>Striga asiatica</i> sur maïs .....	33 -
Figure 8 : Localisation de la zone d'étude dans le Moyen Ouest du <i>Vakinankaratra</i> .....	40 -
Figure 9 : Répartition des exploitations et de la population selon le nombre de personnes par exploitation. ...	42 -
Figure 10 : Niveau scolaire atteint par le chef d'exploitation et son conjoint.....	42 -
Figure 11 : Surfaces Agricoles Utiles moyennes par exploitation selon les types de terres et les communes .	43 -
Figure 12 : Composition de la Surfaces Agricoles Utiles moyenne selon les unités agronomiques, pour les classes de Surfaces Agricoles Utiles.....	44 -
Figure 13 : Importance du crédit.....	46 -
Figure 14 : Importance des fournisseurs de crédit .....	46 -
Figure 15 : Répartition des exploitations agricoles et du capital selon des classes de valeur du capital matériel .....	48 -
Figure 16 : Composition du revenu moyen des activités non-agricoles .....	49 -
Figure 17 : Ecart en pourcentage entre la moyenne des exploitations appuyées et la moyenne des exploitations non appuyées .....	51 -
Figure 18 : Répartition des exploitations agricoles appuyées et non selon les classes de pauvreté .....	52 -
Figure 19: Decision tree related to the adoption and disadoption of conservation agriculture .....	59 -
Figure 20 : Schéma du comportement d'adoption de l'agriculture de conservation par les exploitations après le début du projet BVPI dans le Moyen Ouest du <i>Vakinankaratra</i> . .....	73 -
Figure 21 : Les raisons de première adoption de l'agriculture de conservation pour les exploitations dans des dynamiques d'adoption du type B, C et D .....	82 -
Figure 22 : Raisons d'abandon de l'agriculture de conservation selon les périodes pendant et après projet ...	90 -
Figure 23 : Evolution de la superficie moyenne des exploitations du type A (en haut à gauche), type B (en haut à droite), type C (en bas à gauche) et type D (en bas à droite). .....	95 -
Figure 24 : Proportion des exploitations selon des classes de superficie en propriété sur tanety.....	96 -
Figure 25 : <i>Stylosanthes guianensis</i> .....	151 -
Figure 26 : Un exemple de système de rotation culturale en AC à base de <i>stylosanthes guianensis</i> .....	151 -
Figure 27 : <i>Stylosanthes</i> sur <i>tanety</i> . .....	152 -
Figure 28 : Riz cultivé sur couverture de <i>stylosanthes</i> .....	152 -
Figure 29 : Enroulement après fauche des pieds (à gauche) et déroulement (à droite) du <i>stylosanthes</i> -	153 -
Figure 30 : Utilisation de rouleau pour tuer le <i>stylosanthes</i> .....	153 -
Figure 31 : Piétinement des zébus sur <i>stylosanthes</i> .....	154 -

# TABLE DES MATIÈRES

RESUME.....	I
ABSTRACT .....	II
REMERCIEMENTS.....	III
SOMMAIRE .....	V
LISTES DES ABBREVIATIONS.....	VI
INTRODUCTION GENERALE .....	- 1 -
1 CONTEXTE GENERAL.....	- 1 -
2 PROBLEMATIQUE ET PLAN DE LA THESE .....	- 3 -
3 MATERIELS.....	- 5 -
 CHAPITRE 1 : USING THE SUSTAINABLE RURAL LIVELIHOODS FRAMEWORK TO ANALYSE INNOVATION PROCESS .....	- 7 -
1 INTRODUCTION .....	- 7 -
2 CONCEPTUAL FRAMEWORK .....	- 8 -
2.1 INNOVATION ANALYSIS.....	- 8 -
2.2 SUSTAINABLE RURAL LIVELIHOODS (SRL) FRAMEWORK.....	- 10 -
2.3 USING THE SRL FRAMEWORK AS AN ANALYTICAL TOOL TO ANALYSE AGRICULTURAL INNOVATION PROCESS .....	- 12 -
3 THE SRL FRAMEWORK APPLIED TO ANALYSE CONSERVATION AGRICULTURE IN SUB-SAHARAN AFRICA.....	- 15 -
3.1 CONSERVATION AGRICULTURE .....	- 15 -
3.2 THE DISSEMINATION OF CONSERVATION AGRICULTURE IN SUB-SAHARAN AFRICA IN LINE WITH THE NATIONAL AND INTERNATIONAL CONTEXTS .....	- 16 -
3.3 INSTITUTION AND ORGANIZATION FACILITATING THE DISSEMINATION OF CONSERVATION AGRICULTURE IN SUB-SAHARAN AFRICA .....	- 17 -
3.3.1 <i>Actors involved in the dissemination of conservation agriculture (who)</i> .....	- 17 -
3.3.2 <i>Dissemination approaches of conservation agriculture (how)</i> .....	- 18 -
3.4 THE REQUIRED LIVELIHOOD ASSETS FOR THE ADOPTION OF CONSERVATION AGRICULTURE.....	- 19 -
3.5 THE ADOPTION OF CONSERVATION AGRICULTURE AS FARMERS' LIVELIHOOD STRATEGY .....	- 21 -
3.6 THE IMPACT OF CONSERVATION AGRICULTURE ON THE LIVELIHOOD OUTCOMES.....	- 23 -
4 CONCLUSION .....	- 25 -
 CHAPITRE 2 : DISSEMINATION DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION ET CARACTERISATION DES MOYENS D'EXISTENCE DES EXPLOITATIONS AGRICOLES DANS LE MOYEN-OUEST DU VAKINANKARATRA, MADAGASCAR .....	- 27 -
1 INTRODUCTION .....	- 27 -
2 LE CONTEXTE ET LA DISSEMINATION DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION.....	- 27 -
2.1 CONTEXTE AGRO-ECOLOGIQUE .....	- 28 -
2.2 CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE .....	- 30 -
2.3 DEGRADATION DES SOLS ET DURABILITE DU SYSTEME DE PRODUCTION .....	- 32 -
2.4 DISSEMINATION DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION .....	- 33 -
2.4.1 <i>L'ONG Terre et développement (TAFE)</i> .....	- 34 -
2.4.2 <i>Le projet BVPI</i> .....	- 34 -
3 LES TRAVAUX DE RECHERCHE SUR L'ADOPTION DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION .....	- 37 -
4 LES MOYENS D'EXISTENCE DES EXPLOITATIONS AGRICOLES.....	- 39 -
4.1 COLLECTE DES DONNEES.....	- 39 -
4.2 UN ACCES INEGAL AUX CAPITAUX .....	- 41 -
4.2.1 <i>Capital humain</i> .....	- 41 -
4.2.2 <i>Capital social</i> .....	- 43 -
4.2.3 <i>Capital naturel</i> .....	- 43 -
4.2.4 <i>Capital financier</i> .....	- 46 -
4.2.5 <i>Capital physique</i> .....	- 47 -
4.3 DES ACTIVITES DIVERSIFIEES .....	- 48 -
4.4 UNE PAUVRETE LARGEMENT REPANDUE .....	- 49 -
5 L'ADOPTION DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION PAR LES EXPLOITATIONS AGRICOLES ET LEURS MOYENS D'EXISTENCE.....	- 51 -
5.1 CARACTERISTIQUES DES EXPLOITATIONS AGRICOLES APPUYEES PAR LE PROJET BVPI .....	- 51 -
5.2 NIVEAU D'ADOPTION DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION.....	- 52 -
6 CONCLUSION .....	- 53 -

### CHAPITRE 3 : THE DETERMINANTS OF ADOPTION AND DISADOPTION OF CONSERVATION AGRICULTURE IN WESTERN MADAGASCAR - 54 -

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>- 55 -</b>
<b>2</b>	<b>GENERAL BACKGROUND .....</b>	<b>- 56 -</b>
2.1	DISSEMINATION OF CONSERVATION AGRICULTURE IN WESTERN MADAGASCAR .....	- 56 -
2.2	USING THE SRL FRAMEWORK TO ANALYSE THE DETERMINANTS OF THE ADOPTION .....	- 57 -
<b>3</b>	<b>METHODOLOGY.....</b>	<b>- 58 -</b>
3.1	STUDY AREA - 58 -	
3.2	DATA COLLECTION .....	- 58 -
<b>4</b>	<b>DATA ANALYSIS .....</b>	<b>- 59 -</b>
4.1	ECONOMETRIC ANALYSIS .....	- 59 -
4.2	EXPLANATORY VARIABLES .....	- 60 -
<b>5</b>	<b>RESULTS AND DISCUSSIONS .....</b>	<b>- 63 -</b>
5.1	ADOPTION AND DISADOPTION OF CONSERVATION AGRICULTURE IN WESTERN MADAGASCAR .....	- 63 -
5.2	DESCRIPTIVE STATISTICS .....	- 64 -
5.3	FACTORS INFLUENCING THE INITIAL ADOPTION OF CONSERVATION AGRICULTURE .....	- 66 -
5.4	FACTORS INFLUENCING THE DISADOPTION OF CONSERVATION AGRICULTURE .....	- 68 -
<b>6</b>	<b>CONCLUSION AND POLICY IMPLICATIONS.....</b>	<b>- 69 -</b>

### CHAPITRE 4 : LA DYNAMIQUE D'ADOPTION DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION DANS LE MOYEN OUEST DU VAKINANKARATRA, MADAGASCAR .....

		<b>- 70 -</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>- 70 -</b>
<b>2</b>	<b>MATERIELS ET METHODES .....</b>	<b>- 71 -</b>
2.1	COLLECTES DE DONNEES PRIMAIRES EN 2015 ET EN 2017 .....	- 71 -
2.2	ANALYSE DES DONNEES.....	- 72 -
<b>3</b>	<b>RESULTATS ET DISCUSSIONS .....</b>	<b>- 73 -</b>
3.1	DESCRIPTION DE LA DYNAMIQUE D'ADOPTION DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION .....	- 73 -
3.2	CARACTERISTIQUES ET PERFORMANCES DES EXPLOITATIONS SELON LEUR DYNAMIQUE D'ADOPTION DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION - 74 -	
3.3	RAISONS EVOQUEES POUR LA PREMIERE ADOPTION DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION .....	- 77 -
3.3.1	<i>Raisons d'adoption de l'agriculture de conservation en lien avec les résultats des moyens d'existence</i> .....	- 78 -
3.3.2	<i>Raisons d'adoption de l'agriculture de conservation en lien avec les capitaux</i> .....	- 80 -
3.3.3	<i>Raisons d'adoption de l'agriculture de conservation en lien avec les institutions et organisations</i> .....	- 81 -
3.3.4	<i>Analyse croisée entre raisons et dynamiques d'adoption de l'agriculture de conservation</i> .....	- 81 -
3.4	RAISONS D'ABANDON DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION.....	- 83 -
3.4.1	<i>Raisons d'abandon de l'agriculture de conservation en lien avec les capitaux.....</i>	- 83 -
3.4.2	<i>Raisons d'abandon de l'agriculture de conservation en lien avec les résultats sur les moyens d'existence ..</i>	- 87 -
3.4.3	<i>Raisons d'abandon de l'agriculture de conservation en lien avec les institutions et organisations</i> .....	- 88 -
3.4.4	<i>Raisons d'abandon de l'agriculture de conservation AC en lien avec les stratégies de moyens d'existence .</i>	- 88 -
3.4.5	<i>Raisons d'abandon de l'agriculture de conservation selon la période : pendant et après le projet.....</i>	- 90 -
3.5	SOLUTIONS AUX PROBLEMES RENCONTRES PAR LES ADOPTANTS DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION .....	- 91 -
3.6	EVOLUTION DU FONCIER ET TRAJECTOIRE D'ADOPTION DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION .....	- 94 -
<b>4</b>	<b>LIMITES DE L'ETUDE .....</b>	<b>- 97 -</b>
4.1	METHODE DE COLLECTE DE DONNEES.....	- 97 -
4.2	SEUILS D'ADOPTION DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION DEFINIS A PARTIR D'UN FAIBLE ECHANTILLON.....	- 97 -
4.3	DYNAMIQUE D'ADOPTION DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION A AFFINER .....	- 97 -
4.4	DIFFICULTE A CLASSER LES RAISONS D'ADOPTION ET D'ABANDON DANS LES DIFFERENTES COMPOSANTES DU CADRE SRL .....	- 97 -
<b>5</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>- 98 -</b>



<b>DISCUSSIONS ET CONCLUSIONS GENERALES .....</b>	<b>- 100 -</b>
<b>1 RECAPITULATIFS ET PRINCIPAUX ACQUIS DE LA THESE .....</b>	<b>- 101 -</b>
1.1 CHAPITRE 1 - 101 -	
1.2 CHAPITRE 2 - 102 -	
1.3 CHAPITRE 3 - 103 -	
1.4 CHAPITRE 4 - 104 -	
<b>2 DISCUSSIONS DES RESULTATS .....</b>	<b>- 105 -</b>
2.1 COMPORTEMENTS D'ADOPTION DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION PAR LES EXPLOITATIONS AGRICOLES .....	- 105 -
2.2 APPORTS DU CADRE SRL POUR L'ANALYSE DES PROCESSUS D'INNOVATION .....	- 107 -
<b>3 INTERETS ET LIMITES DE L'ETUDE .....</b>	<b>- 109 -</b>
<b>4 IMPLICATIONS POUR LE DEVELOPPEMENT .....</b>	<b>- 110 -</b>
4.1 SUBVENTIONS DE MATERIEL SPECIFIQUE A L'AGRICULTURE DE CONSERVATION.....	- 110 -
4.2 IMPLICATION DE L'ETAT DANS LA PROMOTION DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION.....	- 110 -
<b>5 AGENDA DE RECHERCHE.....</b>	<b>- 112 -</b>
5.1 MULTIDISCIPLINARITE DANS L'ANALYSE DES PROCESSUS D'INNOVATION AGRICOLE .....	- 112 -
5.2 APPROFONDIR LA RECHERCHE SUR L'ACCOMPAGNEMENT ET LE CONSEIL .....	- 112 -
5.3 ADOPTION DISCONTINUE DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION.....	- 113 -
5.4 SEUILS D'ADOPTION DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION A VALIDER SUR UN ECHANTILLON PLUS GRAND.....	- 113 -
5.5 PRODUCTION DE BASE DE DONNEES POUR L'ANALYSE DES PROCESSUS D'INNOVATION.....	- 114 -
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>- 115 -</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>- 131 -</b>
<b>LISTES DES TABLEAUX .....</b>	<b>- 157 -</b>
<b>LISTES DES FIGURES .....</b>	<b>- 158 -</b>
<b>TABLE DES MATIERES.....</b>	<b>- 159 -</b>